Ensino de ciências e matemática, IV
temas de investigação

Nelson Antonio Pirola
(org.)

ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA IV

TEMAS DE INVESTIGAÇÃO

NELSON ANTONIO PIROLA (ORG.)

Ensino de Ciências e Matemática IV

NELSON ANTONIO PIROLA
(ORG.)

Ensino de Ciências e Matemática IV

Temas de Investigação

Cultura Acadêmica

Praça da Sé, 108
01001-900 – São Paulo – SP
Tel.: (0xx11) 3242-7171
Fax: (0xx11) 3242-7172
www.editoraunesp.com.br
feu@editora.unesp.br

CIP – Brasil. Catalogação na fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

E52
v.4

Ensino de ciências e matemática, IV : temas de investigação /
Nelson Antonio Pirola (org.). – São Paulo : Cultura Acadêmica, 2010.
244p. : il.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7983-081-5

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e ensino.
3. Rendimento escolar. 4. Professores de ciência – Formação.
5. Professores de matemática – Formação. 6.Tecnologia da
informação. 7. Ensino auxiliado por computador. 8. Livros eletrônicos
I. Pitola, Nelson Antonio.

10-6455. CDD: 507
CDU: 5(07)

Este livro é publicado pelo Programa de Publicações Digitais da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Sumário

Apresentação

Este *e-book* é uma produção do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – PPGEC – da Faculdade de Ciências da UNESP, campus de Bauru, e faz parte do Programa de Publicações Digitais da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, em parceria com a Fundação Editora da UNESP, que tem como principal objetivo a divulgação de pesquisas realizadas pelos PProgramas de Pós-Graduação da universidade. A série "Ensino de Ciências e Matemática" teve início em 2009 e visa, por meio de pesquisas oriundas de teses, dissertações e de grupos de pesquisa, divulgar e fomentar a discussão sobre processos de ensino de Ciências e Matemática a partir de diferentes perspectivas teóricas e metodológicas. Essa série abarca temáticas recentes que estão sempre presentes nas discussões de importantes eventos científicos, nacionais e internacionais, da área da Educação para a Ciência e Matemática. Entre esses temas destacam-se: formação de professores, formação de conceitos, tecnologias da informação, processos de ensino, entre outros.

Esta obra é intitulada *Ensino de Ciências e Matemática IV: temas de investigação* porque veicula pesquisas que abordam temas atuais e importantes estudados por pós-graduandos e docentes do programa, como avaliação, prática de ensino, robótica, prática pe-

dagógica, TV digital, educação desenvolvida em âmbito não escolar, entre outros. Tais investigações são resultados de pesquisas desenvolvidas no programa: algumas são resultados de teses e dissertações e outras foram produzidas por grupos de pesquisa. Professores que ensinam Ciências e Matemática, em diferentes níveis de escolaridade, e pesquisadores que desenvolvem estudos nessas áreas poderão ter fácil acesso a esta obra, uma vez que estará disponível na Internet, o que pode contribuir para o debate sobre o ensino e a aprendizagem desses dois campos do conhecimento, bem como propiciar novos estudos a partir dos resultados apresentados nessas pesquisas.

Ensino de Ciências e Matemática IV: temas de investigação está organizado em 11 capítulos. Os dois primeiros trazem estudos na área da Educação Matemática. Utilizando como fundamentos teóricos a análise do comportamento, o Capítulo 1 apresenta um estudo realizado a partir das matrizes de referências do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – Saresp – utilizadas para investigar uma proposta de caracterização de práticas de ensino. O Capítulo 2 traz algumas conclusões de uma pesquisa de mestrado, desenvolvida no programa, que tem como objetivo analisar alguns reflexos da didática construtivista, pela ótica piagetiana, no ensino de conteúdos matemáticos nas séries iniciais do ensino fundamental. O Capítulo 3 estuda o discurso e a prática pedagógica de professores de Ciências no ensino fundamental, tendo como participantes um grupo de professoras. As autoras analisam diferentes aspectos da prática pedagógica a partir da análise de planos de ensino, objetivos, conteúdos, metodologia, avaliação e relação professor-aluno. O Capítulo 4 apresenta uma produção do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências do PPGEC e teve como objetivo investigar demandas de professores de Ciências e Matemática de escolas estaduais de Bauru (SP). O artigo descreve e analisa o processo de elaboração de instrumentos de pesquisa – questionários – que foram aplicados a professores da escola básica. No Capítulo 5, os autores discutem a educação praticada em ambiente extraescolar, enfocando os museus de ciências.

São investigados os saberes que podem ser desenvolvidos por licenciandos, nesse ambiente, a partir de observações de interações mediador/visitante. O Capítulo 6 tematiza a Educação Ambiental. No artigo, as autoras investigam a forma com que a Educação Ambiental está sendo inserida nas estruturas curriculares de cursos de licenciaturas de instituições de educação superior de Bogotá, Colômbia. A partir de um referencial teórico fundamentado na epistemologia de Bachelard, o Capítulo 7 investiga o processo dialético erro/verdade e razão/experiência. Apresenta resultados e análise de pesquisa baseada nas etapas da desequilibração. No Capítulo 8, os autores analisam as possibilidades interdisciplinares do uso de textos alternativos ao livro didático para o ensino de Ciências e Matemática. Os capítulos seguintes investigam temas relacionados às tecnologias da informação e comunicação e suas articulações com o ensino de Ciências. No Capítulo 9, os autores se valem de um *software*, o GeoGebra, para analisar o movimento harmônico simples por meio do pêndulo simples. O Capítulo 10 apresenta como tema a robótica. No artigo, os autores utilizam a robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de Matemática no ensino fundamental. Finalmente, o Capítulo 11 investiga a TV digital. Nesse artigo, os autores discutem temas como: edutretenimento, *storytelling*, mapas conceituais e "V de Gowin", e como eles se articulam com o ensino de Ciências.

Esperamos que este *e-book* contribua com o debate acadêmico sobre o ensino de Ciências e Matemática e que os temas de investigação aqui apresentados possam servir de objetos de estudos para o desenvolvimento de novas pesquisas e também possam contribuir com a melhoria da qualidade do ensino de Ciências e Matemática na escola básica.

Nelson Antonio Pirola
Organizador
junho de 2010

1

Avaliação de desempenho na área curricular de Matemática nas séries iniciais: subsídios metodológicos para a caracterização de práticas de ensino

Jair Lopes Junior[1]
Daniela Cristina Maestro[2]
Deise Aparecida Peralta Sparvoli[3]

Uma melhor qualificação das práticas de ensino nas áreas curriculares da educação básica obrigatória certamente apresenta-se como meta de programas de investigação com fundamentações epistemológicas e propostas metodológicas distintas que enfrentam uma variedade considerável de desafios.

---

1. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* jlopesjr@fc.unesp.br.
2. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* daniela.maestro@mstech.com.br.
3. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutoranda junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* deise.sparvoli@fc.unesp.br.

Dentre tais desafios, de particular importância para este capítulo, coloca-se a demarcação de possíveis contribuições dos sistemas oficiais de avaliação de rendimento escolar no aprimoramento de práticas de ensino, bem como a investigação de estratégias de pesquisa que viabilizariam tal demarcação.

No âmbito do ensino público, o Saresp (Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo) constitui-se em um conjunto de procedimentos para a coleta e a produção de informações sobre o desempenho de alunos dos ciclos i e ii do ensino fundamental, bem como da 3ª série do ensino médio.

Oficialmente, as denominadas matrizes de referência para a avaliação (São Paulo, 2009) apresentam-se como elemento essencial na constituição atual do Saresp. As matrizes foram elaboradas considerando conteúdos, competências e habilidades especificadas na proposta curricular do Estado de São Paulo para cada área curricular.

As matrizes de referência devem viabilizar a verificação de conteúdos disciplinares por intermédio da utilização de habilidades, pois assim será possível inferir o grau de proficiência das competências desenvolvidas pelos alunos durante o processo de escolarização.

Em termos genéricos, as habilidades devem sustentar inferências sobre o nível de domínio das competências envolvidas. Cumprem a função de indicadores (Sasseron, 2008) ou de descritores das aprendizagens previstas para um dado ciclo.

Advoga-se, portanto, que as habilidades devem ser caracterizadas de modo objetivo, observável e mensurável. A indicação explícita das habilidades permite a construção de itens de avaliação nos quais os conteúdos de cada disciplina são adequados à competência priorizada.

Portanto, as habilidades cumprem função de indicadores para a produção e análise posterior de dados.

Por seu turno, as competências suscitam dois traços definidores: são concebidas como modalidades estruturais e admitem níveis de desenvolvimento. Como modalidades estruturais, as com-

petências devem expressar as integrações e as articulações na resolução e compreensão de uma dada situação. Expressam, assim, diferentes caminhos ou formas de conhecimento.

Os conjuntos de ações e de operações que o aprendiz emite ao estabelecer relações com e entre objetos, situações e fenômenos admitem caracterizações em níveis de desenvolvimento com incorporações graduais e sucessivas dos níveis posteriores (por exemplo, nível de compreensão) em relação aos níveis anteriores (por exemplo, nível de observação).

Nas matrizes de referência para avaliação do Saresp (São Paulo, 2009), as competências estruturais, com as respectivas habilidades associadas, encontram-se dispostas em três grupos para todas as áreas curriculares.

O Grupo I de competências congrega habilidades diretamente envolvidas com o registro da proposição de textos, tabelas, imagens, bem como com a interpretação desse registro como informação (estímulo) que viabilize decisões em relação a ações e operações futuras. As habilidades do Grupo I apresentam-se como condição necessária e inicial para a produção de respostas diante de problemas ou questões. Destacam-se as habilidades de observar, identificar, descrever, localizar, diferenciar, discriminar, reconhecer, indicar e representar de modo gráfico fenômenos e quantidades.

As competências do Grupo II tornam possíveis a emissão dos procedimentos necessários e correspondentes com as decisões tomadas. São as denominadas competências para realizar (São Paulo, 2009). Às competências para realizar correspondem habilidades que transformam conteúdos de acordo com procedimentos de classificar, seriar, ordenar, decompor, antecipar, calcular, medir e interpretar.

Por fim, no terceiro nível, encontram-se as competências para compreender (Grupo III), que envolvem proposições e combinações típicas dos repertórios hipotético-dedutivos. No Grupo III, as habilidades associadas que viabilizam inferências sobre a manifestação das competências para compreender são: analisar fatos ou possibilidades com base em valores, padrões e princípios; aplicar

relações e efetuar prognósticos sob condições distintas daquelas ensinadas diretamente; criticar, analisar, avaliar e justificar resultados e argumentos distintos sobre uma mesma questão; explicar causas e efeitos, expor conclusões baseadas em acontecimentos e inferir relações de causalidade.

O presente artigo concentrou ênfase nas matrizes de referência do Saresp para as séries iniciais da área curricular de Matemática, mais especificamente ao final do ciclo I, na 4ª série do ensino fundamental. Nessa série, as matrizes de referência do Saresp consideram, como conteúdos (objetos do conhecimento), quatro temas: Tema 1 (números, operações e funções), Tema 2 (espaço e forma), Tema 3 (grandezas e medidas) e Tema 4 (tratamento da informação).

Para cada tema, as matrizes de referência consideram os três níveis de competência antes mencionados sob a forma de grupos. Cada grupo, em cada um dos quatro temas, congrega conjuntos específicos de habilidades, tal qual ilustrado na Tabela 1.

Uma instigante questão de pesquisa derivada da consolidação dos sistemas oficiais de avaliação do rendimento escolar consiste na demarcação de condições metodológicas que pudessem atribuir às matrizes de referência funções de orientar a proposição de práticas de ensino, bem como de recursos didáticos comprometidos com o desenvolvimento das competências e das habilidades preconizadas por tais sistemas.

Assim, o objetivo do presente artigo consistiu em investigar uma proposta de caracterização das práticas de ensino a partir das matrizes de referência para avaliação do Saresp da área curricular de Matemática compreendendo a 4ª série do ensino fundamental.

As investigações efetuadas foram fundamentadas, em termos de mediação teórica, na análise do comportamento (Abreu-Rodrigues & Ribeiro, 2005; Skinner, 1991, 1975, 1971, 1969, 1968, 1953, 1945). Tal mediação registra, nos últimos anos, expressivo acervo de publicações que expõem equívocos e restrições na compreensão de suas bases epistemológicas, conceituais e metodológicas, bem como discutem suas potenciais contribuições para o

Tabela 1 – Matriz de referência com a descrição das competências e habilidades para o Tema 1 da área curricular de Matemática da 4ª série do ensino fundamental (São Paulo, 2009)

Objetos do conhecimento	COMPETÊNCIAS DO SUJEITO		
	Grupo I Competências para observar	Grupo II Competências para realizar	Grupo III Competências para compreender
Tema 1 Números, operações, funções	H1. Identificar a localização de números naturais na reta numérica.	H2. Relacionar a escrita numérica às regras do sistema posicional de numeração.	H12. Resolver problemas que envolvam a adição ou a subtração, em situações relacionadas aos seus diversos significados.
	H3. Escrever um número natural pela sua decomposição em forma polinomial.	H10. Calcular o resultado de uma adição ou subtração de números naturais.	H13. Resolver problemas que envolvam a multiplicação e a divisão, especialmente em situações relacionadas à comparação entre razões e à configuração retangular.

tratamento de temas atuais da pesquisa em educação científica (Borloti, Iglesias, Dalvi & Silva, 2008; Gomes, 2010; Hübner & Marinotti, 2004; Kubo & Botomé, 2001; Sparvoli, 2008; Todorov, Moreira & Martone, 2009; Zanotto, 2000).

No âmbito de uma interpretação analítico-comportamental, o reconhecimento da polissemia dos conceitos de competência e de habilidades (Francisco, 2003; Perrenoud, 1999, 2000; Ropé & Tanguy, 1997) conduz à substituição de tais expressões pelo termo comportamento, definido como conjunto de relações entre o que aprendiz faz (componente 2), as condições relevantes do ambiente diante do qual as ações são emitidas (componente 1), bem como o ambiente que é produzido de modo contingente, ou seja, em função da ocorrência de tais ações (componente 3) (Kubo & Botomé, 2001; Skinner, 1991, 1969).

Essa acepção do termo comportamento impõe considerações de tipos distintos de relações entre os três componentes. Por exemplo, o componente 1 pode meramente facilitar, favorecer, induzir, ou mesmo impedir a ação (componente 2). Por sua vez, a ocorrência do componente 3 após a emissão do componente 2 pode alterar a probabilidade da ocorrência futura do componente 2. Mas o componente 1 pode igualmente assumir a função de instruir sobre possíveis ocorrências do componente 3 contingente à emissão do componente 2 diante do componente 1.

Admite-se, no contexto deste artigo, que os graus de variação das relações entre os três componentes e as possíveis combinações entre eles, advogada pela análise do comportamento, fundamentam uma concepção dinâmica e multideterminada de ações relevantes do aprendiz (componente 2) dadas as condições dispostas pelo professor em ambiente de sala de aula (componentes 1 e 3).

Metodologia

Neste estudo foram analisadas aulas ministradas pela professora PMA, docente lotada em escola de ensino fundamental da

rede pública estadual localizada na periferia de uma cidade de médio porte do interior do Estado de São Paulo. PMA possui curso de magistério e habilitação em Pedagogia. Apresenta 23 anos de trabalho no magistério público e já lecionava há um ano e meio na escola na qual foi efetuada a pesquisa.

Para fins de análise, foram utilizados os registros em vídeos de aulas ministradas por PMA efetuados por Sparvoli (2008). As condições de registro em vídeo foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da unidade universitária de origem dos pesquisadores, com a autorização da coordenação pedagógica da escola, bem como com a autorização escrita dos pais e/ou responsáveis pelos alunos.

Os vídeos utilizados para análise nesta pesquisa consistiram em duas unidades didáticas ministradas pela professora PMA sobre os temas Leitura e Construção de Tabelas e, em seguida, Leitura e Construção de Gráficos.

Os procedimentos de análise dos registros em vídeo foram subdivididos nas etapas descritas a seguir.

Etapa 1
Designação das habilidades diante das práticas de ensino de professores

Na Etapa 1, diante da exibição contínua e ininterrupta dos vídeos, os pesquisadores designaram habilidades que possivelmente se constituiriam em objeto de ensino das práticas emitidas por cada professora. Assim, de acordo com o tema selecionado e considerando o registro sequencial das aulas, os pesquisadores designaram, com base nas Matrizes de Referências do Saresp (São Paulo, 2009), as habilidades dentro dos respectivos grupos de competências que poderiam sustentar correspondências com as práticas de ensino das professoras.

A descrição e a caracterização das interações entre as condições de ensino dispostas por PMA, e as medidas de desempenho dos alunos em contato com tais condições, objetivavam ampliar a com-

preensão sobre as estratégias utilizadas pela professora que se mostravam compatíveis com o desenvolvimento das competências propostas nos documentos oficiais considerados.

Etapa 2
Descrição e análise das interações entre práticas de ensino e medidas de desempenho a partir das habilidades vinculadas

Na Etapa 2, os pesquisadores elaboraram um instrumento para o registro e a descrição das interações entre as ações de PMA e dos alunos ocorridas durante as aulas registradas em vídeo, considerando a designação de habilidades realizada na etapa anterior. Cada interação foi descrita em tabelas, cujo modelo foi exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Modelo de tabela utilizado para a descrição das interações registradas nos eventos selecionados de cada vídeo das aulas ministradas por PMA

#Evento	Condições propostas pelo professor	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor

Os registros da Tabela 2 deveriam permitir a identificação e análise de possíveis relações de contingência ocorridas nas aulas registradas. Nessa tabela foram registradas descrições das interações ocorridas entre PMA e os alunos sobre cada habilidade designada na Etapa 1. Com isso, foi possível sistematizar uma sequência instrucional desempenhada pela professora e, assim, conhecer as condições anteriores e posteriores às ações dos alunos que caracterizam o contexto no qual medidas comportamentais das habilidades designadas pelos pesquisadores foram emitidas.

Resultados: descrição e análise

Com o intuito de ilustrar uma proposta metodológica de caracterização de práticas de ensino a partir das matrizes de referência do Saresp, foram apresentados exemplos das tabulações e das análises efetuadas. A Tabela 3 informa, para cada tema, as habilidades designadas considerando os três grupos de competência.

Fundamentados na designação indicada na Tabela 3 (Etapa 1), foram propostas as descrições e análises das interações registradas em sala de aula (Etapa 2) apresentadas a seguir.

Para o Tema 1/H10, as interações foram descritas na Tabela 4.

Nos eventos indicados na Tabela 4, a professora explorou, no tratamento do Tema 1, habilidades vinculadas ao Grupo II. Os registros indicam que, para o Tema 1, as práticas de ensino da professora prescindiram da estimulação, ou mesmo da investigação, das habilidades compreendidas no Grupo 1, a saber, habilidades de observação, de identificação, de discriminação, de reconhecimento e de descrição de aspectos relevantes do contexto. As práticas de ensino de PMA que colocaram os alunos diante da realização de cálculos de adição e de subtração foram precedidas por verbalizações da própria professora que descreviam o contexto no qual se inseriam os cálculos, a finalidade e a adequação dos mesmos. Os registros sugerem um tratamento didático parcial das habilidades envolvidas no Tema 1. As práticas de PMA permitiram evidenciar a presença de repertórios matemáticos correspondentes com habilidade de Grupo II, mas foram insuficientes para garantir expressão ou mesmo para ensinar habilidades dos demais grupos, a saber, repertórios de observação que fundamentariam a proposição dos cálculos necessários (Grupo I) e repertórios de aplicação dos cálculos a situações distintas daquelas desenvolvidas com a professora (Grupo III).

Cabe acrescentar que, diante das indagações de PMA sobre o valor da soma de números inteiros e sobre correspondências entre o valor da soma em centímetros e unidades de medida em metros, ocorreram manifestações orais dos alunos. PMA nitidamente pros-

Tabela 3 – Habilidades designadas para cada tema a partir da análise dos vídeos das aulas ministradas por PMA sobre Leitura e Construção de Tabelas e, em seguida, Leitura e Construção de Gráficos

Temas	COMPETÊNCIAS DO SUJEITO		
	Grupo I Competências para observar	Grupo II Competências para realizar	Grupo III Competências para compreender
Tema 1 Números, operações, funções		H10. Calcular o resultado de uma adição ou subtração de números naturais.	
Tema 2 Espaço e forma	H17. Descrever a localização e a movimentação de pessoas ou objetos no espaço, em diversas representações gráficas, dando informações sobre pontos de referência e utilizando vocabulário de posição.		
Tema 3 Grandezas e medidas	H22. Reconhecer unidades de medida usuais de comprimento, de superfície, de capacidade, de tempo e de temperatura.	H23. Estimar a medida de grandezas utilizando unidades de medida convencionais ou não.	
Tema 4 Tratamento da informação			H30. Ler e/ou interpretar informações e dados apresentados em gráficos e construir gráficos.

Tabela 4 – Descrições das interações referentes ao Tema 1/H10

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
1	PMA: *Então, vamos ver. Se eu pegar mais 30, quanto deu?*	Alguns alunos respondem oralmente: *Não deu um metro ainda. Deu 60 centímetros.*	PMA: *Mais 30, quanto deu?*
2	PMA: *Mais 30, quanto deu?*	Alguns alunos respondem oralmente: *60 centímetros.*	PMA: *Deu 1 metro?*
3	PMA: *Deu 1 metro?*	Alguns alunos respondem oralmente: *Não.*	PMA: *Quanto eu pego mais?*
4	PMA: *Quanto eu pego mais?*	Alguns alunos respondem oralmente: *1 régua. 30 centímetros. 40. Mais 1 régua e 10 centímetros.*	PMA: *Aluna X falou 40. Na régua tem 40?*
5	PMA: *Na régua tem 40?*	Alguns alunos respondem oralmente: *Não.*	PMA: *Quanto tem?*
6	PMA: *Quanto tem?*	Alguns alunos respondem oralmente: *30.*	PMA: *Então vamos pegar mais 30.*
7	PMA: *30 + 30?*	Alunos respondem oralmente: *60.*	PMA: *60 + 30?*
	PMA: *60 + 30?*	Alunos respondem oralmente: *90.*	PMA: *90 é um metro?*

seguiu nas indagações explorando oralmente somente as respostas que sustentavam correspondência com o gabarito. Suas práticas de ensino ignoram investigações adicionais com os alunos sobre possíveis origens e justificativas das respostas distintas daquelas previstas.

A Tabela 5 descreve as interações referentes ao Tema 2/H17.

Tabela 5 – Descrição das interações referentes ao Tema 2/H17

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
1	PMA: *É o mapa do Estado de São Paulo. Aqui há algumas cidades que pertencem ao Estado de São Paulo. Há duas cidades em destaque no recorte. Quais são elas?*	Alguns alunos respondem: *Bauru e São Paulo.*	PMA: *Onde está Bauru?*
2	PMA: *Onde está Bauru?*	Um aluno responde: *No centro.*	PMA: *Todo mundo achou?*
3	PMA: *Todo mundo achou?*	Um aluno responde: *Eu não achei.* Uma aluna responde ao aluno: *No centro!* (PMA: *Deixa ele achar!*)	(PMA: *Deixa ele achar!*) PMA: *O dia que eu recortei o mapa do jornal, cada um tem uma data diferente. Esse mapa tem uma legenda. Que legenda é essa?*

Os dados da Tabela 5 ilustram características importantes das práticas de ensino de PMA no trabalho com habilidades do Grupo I vinculadas com o Tema II. PMA indagou diretamente sobre a descrição, expôs e definiu conceitualmente a ilustração. Afirmou tratar-se de um mapa. Impôs a designação dos pontos ("são as cidades do Estado de São Paulo"). Assim, as práticas de PMA garan-

tiram a manifestação de repertórios consistentes com as habilidades do Grupo I, contudo, sob condições não isentas de controvérsias. As práticas de PMA parecem induzir a ocorrência de repertórios consistentes com as habilidades do Grupo I, mas não se mostram adequadas como condições de ensino (Skinner, 1975; em particular, o Capítulo X). As interações registradas prescindem de ocorrências de tais repertórios na ausência das instruções diretas de PMA que instruem sobre os mesmos. As medidas, portanto, são de seguimento de instruções, mas nada esclarecem sobre a autonomia dos alunos para emitirem tais repertórios na ausência das fontes de instrução.

As interações referentes ao Tema 3/H22 foram descritas na Tabela 6.

Tabela 6 – Descrição das interações referentes ao Tema 3/H22

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
1	PMA: *90 é um metro?*	Alunos respondem oralmente: *Não.*	PMA: *Quanto falta, então?*
2	PMA: *Quanto falta, então?*	Alunos respondem oralmente: *Mais 10 centímetros.*	PMA: *Mais 10 centímetros. Então, isso aqui é 1 metro. Então, eu posso pôr 1 metro ou o quê?*
3	PMA: *Então, isso aqui* (na lousa, PMA desenha uma reta) *é 1 metro. Então, eu posso pôr 1 metro ou o quê?*	Alunos respondem oralmente: *100 centímetros.*	PMA: *Então, na tabela está em forma de centímetros. Olha aí, no primeiro das meninas está 115 cm* [PMA solicita que os alunos olhem a primeira linha da coluna Estatura referente às meninas da tabela entregue inicialmente]. *Quanto em metros isso significa?*

Para o Tema 3 foram designadas práticas de ensino inicialmente relacionadas com uma habilidade do Grupo I (H22). Tal como salientado na análise de outra habilidade do Grupo I (H17) para o Tema 2, desta feita PMA impôs oralmente dimensões que deveriam se constituir em medida de reconhecimento pelos alunos, ou seja, ela indicou as unidades de medida (metro, centímetro), inferiu as relações entre os valores ("quanto falta"?), estabeleceu equivalências ("posso pôr um metro ou o quê"?) e designou, pelos alunos, aquilo que deveria ser objeto da observação. Em seu conjunto, estamos diante de práticas que limitam de modo comprometedor a compreensão de como as habilidades envolvidas poderiam se manifestar na ausência das ações de PMA acima salientadas.

Para o Tema 3/H23 as interações foram descritas na Tabela 7.

Tabela 7 – Descrição das interações referentes ao Tema 3/H23

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
1	PMA diz: *Então, na tabela está em forma de centímetros. Olha aí, no primeiro das meninas está 115 cm. Quanto em metros isso significa?*	Um aluno respondeu: *1 metro e 15 centímetros.*	PMA diz: *1 metro e 15 centímetros.* Um aluno interrompe PMA e diz que só cresceu 5 cm em um ano.
2	PMA diz: *Você acha pouco?* E continua: *O que acontece? Tem idade em que crescemos menos e idade em que crescemos mais. Olha de 13 para 14 anos. Quantos centímetros cresceu?*	Vários alunos respondem: *160.* Outro aluno responde*: 3 centímetros.*	PMA diz: *3 cm. Depois, quando chega lá pelos 15, 16 e 17 é quando a criança cresce mais. Então, aqui nós temos duas tabelas. Será que nós poderíamos formar uma tabela só?*

Desta feita, diante da manutenção do Tema 3, PMA solicitou estimativas mediante utilização de unidades de medida. Contudo, nitidamente, evidencia-se a reincidência de características de práticas ressaltadas anteriormente. PMA informa valores de medidas que poderiam resultar da observação dos alunos, direciona a observação de valores e indaga especificando unidades de medida de modo a solicitar a identificação de valores factuais e, por fim, ignora a exploração de possíveis determinantes de respostas discrepantes da prevista.

As interações relacionadas com o Tema 4 foram destacadas na Tabela 8.

Na caracterização das práticas de ensino de PMA relacionadas com o Tema 4, cabe destacar que respostas orais dos alunos que poderiam sugerir interpretações sobre informações de dados expostos em gráficos ocorreram sob condições muito específicas de estimulação, a saber, diante da exposição de alternativas. Diante de indagações que solicitavam evocações (e não escolhas), as respostas dos alunos claramente indicaram a insuficiência das práticas e dos recursos utilizados.

Conclusões

A publicação das matrizes de referência para a avaliação do desempenho escolar por sistemas ou programas oficiais certamente admite interpretações distintas. O presente artigo apresentou os principais resultados de uma investigação que admitiu que a explicitação dos descritores de desempenhos previstos, sob a designação de distintas habilidades compreendidas em níveis (ou grupos) de complexidade crescente de competências, poderia fundamentar a caracterização de práticas docentes emitidas em interações, em sala de aula, sobre os mesmos temas preconizados nos documentos oficiais.

Fundamentadas numa interpretação analítico-comportamental (Skinner, 1991, 1975; Zanotto, 2000), as análises dos registros em

Tabela 8 – Descrição das interações referentes ao Tema 4/H30

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
1	PMA: *Então, aqui está falando assim: "levando em conta o serviço meteorológico de Bauru, no decorrer dos dias: 1º/4 a 7/4, podemos ver os seguintes dados". Quem está com o mapinha do dia 1º/4?*	Um aluno falou que estava com o do dia 31/3. O aluno que tinha o mapa com a data 1º/4 falou com PMA.	PMA: *Eu já sei que vou levar em conta qual cidade?*
2	PMA: *Eu já sei que vou levar em conta qual cidade?*	O aluno responde: *Bauru.*	PMA: *Então, eu não preciso colocar Bauru. O que está aí, Aluno X? Tira Bauru e como é que está o tempo? Olha na legenda* (Figura 4) *e me fala.*
3	PMA: *Então, eu não preciso colocar Bauru. O que está aí, Aluno X? Tira Bauru e como é que está o tempo? Olha na legenda* (Figura 4) *e me fala.*	O aluno responde: *Qual é a temperatura que vai estar no dia primeiro?*	PMA: *Então, é isso que eu quero ver se você consegue. Olha na legenda e me fala. Achou Bauru?*
4	*Então, é isso que eu quero ver se você consegue. Olha na legenda e me fala. Achou Bauru?*	O aluno responde: *Sim.*	PMA: *E agora, como está? O tempo, como está?*
5	PMA: *E agora, como está? O tempo, como está?*	O aluno responde: *Não entendi.*	PMA: *Não o tempo não. Como está o tempo? Está nublado, chuvoso, ensolarado?*
6	PMA: *Não o tempo não. Como está o tempo? Está nublado, chuvoso, ensolarado?*	O aluno responde: *Parcialmente nublado.*	PMA: *Como é parcialmente nublado?*
7	PMA: *Como é parcialmente nublado?*	O aluno responde: *Uma nuvem branca com solzinho.*	PMA: *Uma nuvenzinha e o sol.* PMA desenha o símbolo na lousa e continua, dizendo: *O que mais tem aí, Aluno X?*

(cont.)

(cont.)

# Evento	Condições propostas por PMA	Ações dos alunos	Ocorrências subsequentes do professor
8	PMA: *Uma nuvenzinha e o sol.* PMA desenha o símbolo na lousa e continua, dizendo: *O que mais tem aí, Aluno X?*	O aluno não responde.	PMA: *Só tem o tempo? O que mais que tem? Tem duas temperaturas. Qual que tem? A primeira é mínima ou máxima?*
9	*Só tem o tempo? O que mais que tem? Tem duas temperaturas. Qual que tem? A primeira é mínima ou máxima?*	O aluno responde: *Mínima.*	PMA: *Quanto é a mínima?*
10	PMA: *Quanto é a mínima?*	O aluno responde: 24.	PMA: *A mínima é 24? Onde você olha? A mínima é essa ou essa?*
11	PMA: *A mínima é 24? Onde você olha? A mínima é essa ou essa?*	O aluno responde: *19.*	PMA: *Presta atenção! Você tem que olhar Bauru!* PMA escreve 19 na lousa e continua: *E a máxima?*
12	PMA: *Presta atenção! Você tem que olhar Bauru!* PMA escreve 19 na lousa e continua: *E a máxima?*	O aluno responde: *32.*	PMA diz: *32 graus.* Em seguida, escreve 32 na lousa e continua: *Aqui eu esqueci de colocar uma coisa. O que eu esqueci de colocar?*
13	PMA diz: *Aqui eu esqueci de colocar uma coisa. O que eu esqueci de colocar?*	O aluno responde: *Bauru.*	PMA diz: *Não. Eu falei que tudo era Bauru. O que esqueci? Eu deixei de propósito e ninguém percebeu. O que foi?*
14	PMA diz: *Não. Eu falei que tudo era Bauru. O que esqueci? Eu deixei de propósito e ninguém percebeu. O que foi?*	Os alunos respondem: *Nuvem com chuvinha.* *Bauru.* *Não sei.*	PMA, então diz: *O dia, gente! Dia 1º/4. Depois do dia primeiro, que dia vem?*

vídeo de aulas da área curricular de Matemática ministradas por PMA para uma 4ª série salientaram características reincidentes de práticas de ensino que, em última instância, destacam a necessidade de revisões nas supostas correspondências entre as condições disponibilizadas pelos docentes e propriedades dos repertórios efetivamente desenvolvidos pelos alunos em interação com tais condições.

Assim, a despeito da apresentação das habilidades dispostas de modo gradualmente crescente, parcela das práticas relacionadas com um determinado tema concentraram ênfase em habilidades relacionadas com um único nível (grupo). Esse tratamento parcial prescindiu da exploração progressiva de outras habilidades também relevantes para o tema. Outrossim, a transcrição das interações discursivas relacionadas com diferentes temas também permitiu verificar que as práticas de ensino de PMA, embora tenham produzido verbalizações e registros consistentes com os conhecimentos escolares previstos, impuseram restrições na compreensão do alcance de tais desempenhos dos alunos. Em outros termos, os desempenhos dos alunos consistiram em medidas produzidas sob condições nas quais PMA induziu observações, verbalizou sobre dimensões antes das devidas manifestações dos alunos que poderiam sugerir reconhecimento ou identificação das mesmas, priorizou as respostas previstas em detrimento da investigação de possíveis determinantes das respostas corretas e incorretas e, por fim, converteu respostas de interpretação em escolhas de alternativas sob condições de insucesso de indagações evocativas.

Em síntese, tais resultados salientam reiteradamente a insuficiência do conhecimento dos descritores expostos nas matrizes de referência de avaliação de desempenho escolar para atuar como elemento com funções instrucionais sobre o planejamento e a execução de práticas de ensino que possam sustentar correspondências com tais parâmetros. Parece-nos que as ações profissionais de planejar e executar práticas de ensino não podem prescindir do contato com as expectativas de aprendizagem dos sistemas oficiais de avaliação. Estima-se, entretanto, que tais ações dependam da

ampliação de conhecimentos sobre correspondências entre tais descritores (como habilidades e competências) e as medidas comportamentais dos mesmos. A visibilidade de tais correspondências poderá subsidiar o planejamento e a execução de práticas de ensino mais diretamente relacionadas com os descritores. Caracterizar práticas de ensino a partir das interações discursivas registradas no tratamento de temas preconizados nos documentos oficiais parece favorecer a visibilidade das correspondências ao permitir a identificação de propriedades dos desempenhos dos alunos em relação às condições didáticas em sala de aula nas quais os mesmos foram emitidos.

Referências bibliográficas

ABREU-RODRIGUES, J., RIBEIRO, M. *Análise do comportamento*: pesquisa, teoria e aplicação. Porto Alegre: ArtMed, 2005.

BORLOTI, E., IGLESIAS, A., DALVI, C., SILVA, R. Análise comportamental do discurso: fundamentos e método. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v.24, n.1, p.101-10, 2008.

FRANCISCO, A. *Aquisição de competências no estágio curricular supervisionado*: o caso dos cursos de Engenharia do Cefet/Paraná. Florianópolis, SC, 2003. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

GOMES, P. *Ensino e aprendizagem de avaliação funcional descritiva na formação em serviço de professores de Ciências do ensino fundamental*. São Paulo, 2010. Tese (doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Campus Bauru.

HÜBNER, M., MARINOTTI, M. *Análise do comportamento para a Educação*: contribuições recentes. Santo André: ESETec, 2004.

KUBO, O., BOTOMÉ, S. Ensino e aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação*, v.5, p.123-32, 2001.

PERRENOUD, P. *Construir competências desde a escola*. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

______. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

ROPÉ, F., TANGUY, L. *Saberes e competências*: o uso de tais noções na escola e na empresa. Campinas: Papirus, 1997.

SÃO PAULO, GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Matrizes de referência para a avaliação Saresp*: Documento Básico – Ensino Fundamental e Médio. Secretaria da Educação, 2009.

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica no ensino fundamental*: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. São Paulo, 2008. 265p. Tese (doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

SKINNER, B. F. *Questões recentes na análise comportamental*. Campinas: Papirus, 1991.

_____. *Tecnologia do ensino*. São Paulo: Edusp, 1975.

_____. *Para além da liberdade e da dignidade*. Lisboa: Edições 70, 1971.

_____. *Contingencies of reinforcement*: a theoretical analysis. Nova York: Appleton Century Crofts, 1969.

_____. Teaching science in high school – What is wrong? *Science*, n.159, p.704-10, 1968.

_____. *Science and Human Behavior*. Nova York: Appleton-Century-Crofts, 1953.

_____. The operational analysis of psychological terms. *The Psychological Review*, v.52, n.5, p.270-77, 1945.

SPARVOLI, D. *Recurso interpretativo funcional como saber docente no ensino de conteúdos curriculares de Matemática***.** São Paulo, 2008. 150 p. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, Universidade Estadual Paulista, Campus Bauru.

TODOROV, J., MOREIRA, M., MARTONE, R. Sistema personalizado de ensino, educação à distância e aprendizagem centrada no aluno. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v.25, n.3, p.289-96, 2009.

ZANOTTO, M. L. *Formação de professores*: contribuições da análise do comportamento. São Paulo: Educ/Fapesp, 2000.

2

ALGUNS REFLEXOS DA DIDÁTICA CONSTRUTIVISTA PIAGETIANA NO ENSINO DE CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Richael Silva Caetano[1]
Nelson Antonio Pirola[2]

Introdução: uma breve contextualização

O presente trabalho apresenta alguns apontamentos/conclusões obtidos na dissertação de mestrado realizada durante o período 2007-2009, sob a orientação do prof. dr. Nelson Antonio Pirola,

---

1. Licenciado em Matemática pela UNESP/Campus de Bauru (2006), doutorando e mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (2009) pela mesma instituição. Habilitado para o exercício do magistério na educação infantil e séries iniciais do ensino fundamental pelo Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (Cefam), Bauru (2003). Professor efetivo de Educação Básica I da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. *e-mail:* richael13@yahoo.com.br.
2. Professor assistente doutor do Departamento de Educação da UNESP/Campus de Bauru e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da mesma instituição. Licenciado em Matemática pela Unicamp, mestre e doutor em Educação pela mesma instituição. Líder do Grupo de Psicologia da Educação Matemática pertencente à Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* npirola@fc.unesp.br.

vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática – UNESP/Campus de Bauru.

A referida pesquisa, inserida no campo da Educação, especificamente na área do Ensino de Matemática (Formação do Professor que ensina Matemática), visou analisar as estratégias didáticas e metodológicas adotadas por quatro professores que ensinam conteúdos matemáticos aos alunos das quatro séries iniciais[3] do ensino fundamental. Para a realização da análise utilizaram-se elementos da epistemologia genética de Jean Piaget[4] (comumente denominada no meio educacional como construtivismo piagetiano). Entre inúmeros elementos, observou-se: a ideia de conhecimento como uma contínua construção, experiências do tipo físico e lógico-matemático, a construção de estruturas de pensamento aditivas e multiplicativas. Além disso, fez-se uso do método psicogenético, elaborado pelo educador brasileiro Lauro de Oliveira Lima, visando identificar na prática dos professores participantes a adoção (ou não) desse método.

A escolha por esse campo de pesquisa – Educação Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental – deu-se por dois motivos. O primeiro deles, de cunho pessoal, provém do interesse com relação aos processos de ensino e aprendizagem da Matemática. Em segundo, da preocupação relativa aos baixos índices apresentados por mecanismos de avaliação (Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb; Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar

---

3. Na época em que os dados desta pesquisa foram coletados "ainda" se utilizava a denominação *série*. Atualmente, tal denominação vem gradativamente sendo substituída pelo termo *ano*. Esse fato deve-se às leis n.11.114, de 16/5/2005 e n.11.274, de 6/2/2006, na qual o ensino fundamental passa a ser constituído por 9 anos de estudo, recebendo alunos com 6 anos de idade (ou a completar). Estabelecendo uma comparação com as séries "atuais", o 1º ano equivale à pré-escola da educação infantil, o 2º ano à 1ª série do ensino fundamental, o 3º ano à 2ª série do ensino fundamental, e assim por diante.
4. Especialista em Psicologia Evolutiva e Epistemologia Genética, filósofo, lógico, biólogo e educador, Jean William Fritz Piaget nasceu em Neuchâtel, Suíça, em 9 de agosto de 1886, e morreu em Genebra a 16 de setembro de 1980.

do Estado de São Paulo – Saresp), que evidenciam uma acentuada não construção dos conteúdos matemáticos por alunos de todos os níveis da educação básica. A partir dessas justificativas, surgiu o seguinte questionamento: *De que modo os professores que ensinam Matemática aos alunos das séries iniciais do ensino fundamental vêm utilizando, em suas práticas docentes, a epistemologia genética de Jean Piaget?*

A escolha pela utilização da teoria de Piaget deveu-se à continuidade dos estudos iniciados na graduação (Caetano, 2007), quando se observou efetiva melhora de alunos que apresentavam dificuldades na construção das operações aritméticas após a adoção de estratégias de ensino embasadas nessa teoria. Além desta, a literatura (Caetano, 2007; Caruso, 2002; Coleto, 2007; Collares, 2001; Furth, 1997; Furth & Wachs, 1995) demonstra a importância da efetiva utilização da epistemologia genética piagetiana na educação. Efetiva, pois, conforme Gebara & Marin (2005) e Rapoport & Silva (2006), grande parcela dos professores diz utilizar a teoria de Piaget como fundamentação de suas práticas docentes; porém, na realidade, ainda propagam o modelo de ensino tradicional, no qual o professor transmite e o aluno recebe (exclusivamente) o conhecimento matemático.

Durante a pesquisa realizada buscou-se investigar se há (ou não) "a ocorrência do retorno parcial e indireto das ideias construtivistas quando propagadas no meio educacional através da didática utilizada pelos professores que ensinam Matemática nas quatro séries iniciais do ensino fundamental".

Referencial teórico: alguns elementos piagetianos

Como salientado, o referencial teórico utilizado foi a epistemologia genética piagetiana.

Segundo Jean Piaget, o sujeito conhece o mundo por meio da exploração, denominada por ele de *interação*. A Figura 1 auxilia na

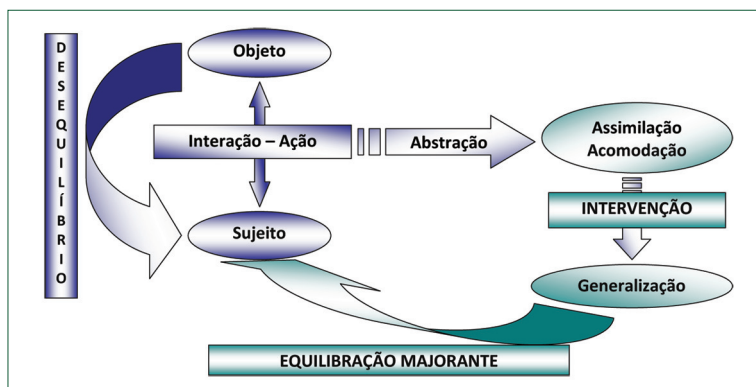



Figura 1 – Esquema geral sobre o processo de equilibração majorante (Caetano, 2007)

compreensão do modelo explicativo da "aquisição" do conhecimento elaborado por Piaget:

Conforme a epistemologia genética, a construção de conhecimento pelo indivíduo inicia-se com uma *interação-ação* entre o *sujeito* e o *objeto* (sendo este um ente material ou não) – como mostrado na Figura 1. Caso essa *interação* provoque no sujeito um *desequilíbrio* (um tipo de insatisfação), é desencadeado um processo de *assimilação* – decorrente de *abstrações* (espécie de pensar sobre o *objeto*). Para que o sujeito *acomode* o "novo" conhecimento, chegando à *generalização* do mesmo, no âmbito escolar é necessária a *intervenção* (tipo de ajuda/auxílio/gerenciamento) do/pelo professor. A partir do momento que esse "novo" conhecimento passa a fazer parte das *estruturas de pensamento* do aluno, observa-se a ocorrência da *equilibração majorante* (ou seja, atingiu-se novamente o *equilíbrio cognitivo*).

Faz-se oportuno salientar que a equilibração majorante configura um processo contínuo de construção de conhecimento. Nesse processo, conhecimentos menos elaborados (já construídos) servem de base para a construção dos mais elaborados. No caso da Matemática, por exemplo, a pesquisa de Morgado (1993) constatou que a construção das operações de multiplicação e divisão deveria so-

mente ser introduzida após a consolidação da construção das operações de adição e subtração (ou seja, das estruturas aditivas) e do sistema de base dez (que em nosso caso é denominado de indo-arábico).[5]

Em se tratando do ensino de Matemática nas séries iniciais, os estudos desenvolvidos por Piaget e colaboradores (Cunha, 1973; Furth, 1997; Furth & Wachs, 1995; Kamii, 2005; Lima, 2000; Piaget, 2001, 2002a, 2002b) apontaram a importância da experiência física e lógico-matemática sobre o objeto concreto para a construção dos conteúdos matemáticos. A experiência física ocorre quando o indivíduo abstrai do objeto com o qual interage suas características físicas (tamanho, cor, forma, textura, etc.); em contrapartida, na lógico-matemática observa-se uma ação-operação sobre o objeto, tal como classificá-lo conforme o tamanho, cor, etc. Torna-se necessário salientar que a manipulação dos objetos representa uma ação mental realizada ativamente pelo aluno, visando à construção das estruturas de pensamento lógico-matemáticas.

Um exemplo das estruturas lógico-matemáticas construídas gradativamente pelos alunos são as do campo aditivo e multiplicativo. A primeira refere-se às ideias de somar, completar, agrupar, dissociar, reunir os objetos. Na Matemática escolar, tais pensamentos estão sistematizados sob a forma das operações de adição e subtração. O outro campo (multiplicativo), conforme exposto, alicerça-se no aditivo para a sua construção, daí a multiplicação, no início, ser abordada como adições sucessivas de parcelas iguais e a divisão como subtrações sucessivas de termos iguais. Contudo, segundo Piaget (2001), Piaget & Szeminska (1975), Taxa (2001) e Vergnaud (1991), o campo multiplicativo apresenta outras estruturas, tais como a noção de probabilidade, correspondência um a

5. O sistema de numeração indo-arábico é constituído por dez algarismos – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 – que operam segundo lógica posicional, ou seja, a posição ocupada pelo algarismo "valor qualitativo" é que determina seu valor "quantitativo". Assim, por exemplo, nos números 100 e 1, o algarismo 1 equivale a 100 unidades no primeiro caso e, no segundo caso, o mesmo algarismo equivale a uma unidade.

um, correspondência um para muitos, produto cartesiano, quotição, fator escalar, etc.

O educador Lauro de Oliveira Lima, buscando utilizar as contribuições da teoria de Piaget ao ensino, elaborou o método psicogenético. Esse método visa possibilitar ao estudante progredir em seus estágios de desenvolvimento cognitivo; logo, ao professor cabe o papel de animador de situações de ensino que promovam tal progresso. Segundo Lima (1973, 2000), uma prática docente que utilize a filosofia do método psicogenético deve constituir-se, de modo geral, das seguintes variáveis: 1) *dinâmica de grupo*; 2) proposição de *situação-problema*; 3) ocorrência da *tomada de consciência* (pelo aluno); 4) constante *avaliação diagnóstica*. O papel desempenhado pela situação-problema refere-se à possibilidade de a mesma suscitar no sujeito conflitos, desequilíbrios, desafios intelectuais, desencadeando (provavelmente) o processo de equilibração (via assimilação-acomodação). A dinâmica de grupo potencializa a troca de ideias e discussões entre os estudantes (Moro, 2000), colaborando para a ocorrência da tomada de consciência, ou seja, a compreensão da ação realizada sobre o objeto. Nesse contexto relacional-interacional proveniente da dinâmica de grupo, a avaliação diagnóstica realizada pelo professor torna-se mais verificável, pois, ao observar as discussões dos integrantes do grupo, percebe-se aqueles que possuem maior facilidade (ou dificuldade) na solução da situação-problema proposta.

Em síntese, um ensino de Matemática alicerçado na teoria de Piaget é aquele que considera o aluno como um coconstrutor do conhecimento matemático, no qual professor e aluno atuam de modo interativo. Conforme Lima (2000), uma teoria educacional advinda dos estudos piagetianos deveria denominar-se interacionista, pois a escola constitui um local – por excelência – onde ocorre a interação professor-aluno-conteúdo matemático. Focando as séries iniciais, a importância do agir no/sobre o concreto torna-se uma condição necessária ao progressivo desenvolvimento do pensamento lógico-matemático, propiciando posteriormente a construção do raciocínio hipotético-formal.

Os objetivos da pesquisa

A seguir constam o objetivo geral e específicos da presente pesquisa realizada em duas escolas da rede estadual de ensino de São Paulo.

Objetivo geral: analisar a utilização da epistemologia genética de Jean Piaget (em especial o método psicogenético) no ensino de Matemática nas quatro primeiras séries iniciais do ensino fundamental.

Objetivos específicos: 1) identificar as concepções pedagógicas que fundamentam a prática pedagógica de quatro professores atuantes nas quatro primeiras séries do ensino fundamental; 2) analisar o tratamento didático-metodológico "dado" ao ensino da Matemática, especificamente os conteúdos pertencentes às estruturas aditivas (adição e subtração) e multiplicativas (multiplicação e divisão).

Na próxima seção configuram-se os participantes da pesquisa, os tipos de instrumentos e métodos de coleta de dados utilizados e o tipo de abordagem do estudo.

O delineamento metodológico

A referida pesquisa insere-se nas abordagens de cunho qualitativo, especificamente do tipo estudo de caso. A adoção por esse tipo de abordagem deveu-se à possibilidade de analisar em "profundidade e intensidade" (Lüdke & André, 1986) a prática docente dos quatro professores participantes. Assim, serão apresentados na próxima seção quatro estudos de caso representando as ações didáticas e metodologias adotadas pelos docentes durante a abordagem dos conteúdos matemáticos.

Como salientado, os participantes da pesquisa foram quatro professores. O Quadro 1 denota os participantes, bem como as identificações a serem utilizadas durante o desenvolvimento do corpo textual.

Quadro 1 – Participantes da pesquisa

Identificação	Descrição
P-I	Professora da 1ª série do ensino fundamental
P-II	Professora da 2ª série do ensino fundamental
P-III	Professora da 3ª série do ensino fundamental
P-IV	Professor da 4ª série do ensino fundamental

Os instrumentos usados para a coleta de dados das práticas dos professores foram: 1) questionários (por escrito) e entrevistas (gravadas em áudio); 2) preenchimento de Roteiro de Acompanhamento: ficha na qual o pesquisador anotava, a cada dez minutos, os procedimentos didáticos e metodológicos e materiais utilizados que se fizeram mais frequentes na aula observada. Durante a pesquisa em sala de aula, utilizou-se a observação de campo do tipo total, ou seja, visou-se não interferir/interagir com o professor, embora saibamos que a "simples" presença na aula pode interferir, de certo modo, em algumas atitudes do docente participante.

Após dois meses de observação, sendo destinado a cada professor duas semanas contínuas para a observação de campo, foi possível mapear as principais estratégias didáticas utilizadas pelos participantes, bem como identificar algumas concepções relativas ao ensino de Matemática. Tais resultados apresentam-se na seção a seguir.

Alguns resultados do estudo

Como o presente texto visa mostrar alguns apontamentos obtidos na dissertação de mestrado, a discussão acerca dos questionários e entrevistas realizadas não será "profunda". Tal discussão realizar-se-á conjuntamente com a análise das estratégias didáticas e metodológicas adotadas pelos professores durante a abordagem dos conteúdos matemáticos (em específico campo aditivo e multiplicativo).

As tabelas 1 e 2 mostram os resultados da observação de campo em cada prática docente investigada.

Tabela 1 – Procedimentos didáticos e materiais utilizados por P-I

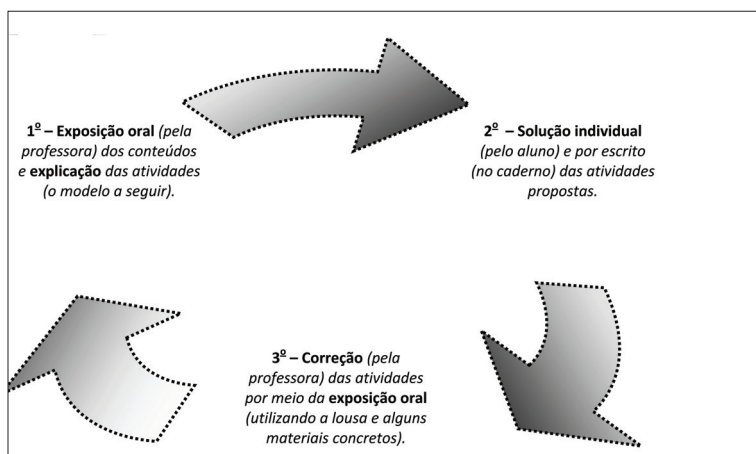
<table>
<tr><th colspan="3">Categorias</th><th>Nº de aula de 50 minutos</th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Procedimento didático e metodológico</td><td colspan="2">1. Exposição oral feita pelo professor.</td><td>13</td><td>32,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Atividades individuais solicitadas pelo professor.</td><td>17</td><td>42,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Troca de ideias entre alunos e professores.</td><td>4</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">8. Trabalho intradisciplinar.</td><td>1</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12. Outros.</td><td>Registro na lousa.</td><td>4</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Questiona e corrige o caderno do aluno.</td><td>1</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>40</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Materiais utilizados</td><td colspan="2">1. Lousa e giz.</td><td>16</td><td>40</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Materiais manipulativos: Cusinare, Tangram, Torre de Hanói, blocos lógicos, Material Dourado, ábaco, etc.</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5. Outros</td><td>Caderno do aluno.</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Atividades em folha de sulfite.</td><td>19</td><td>47,5</td></tr>
<tr><td>Cartaz.</td><td>1</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>40</td><td>100</td></tr>
</table>

Tabela 2 – Procedimentos didáticos e materiais utilizados por P-II

<table>
<tr><th colspan="3">Categorias</th><th>Nº de aula de 50 minutos</th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Procedimento didático e metodológico</td><td colspan="2">1. Exposição oral feita pelo professor.</td><td>20</td><td>25</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Atividades individuais solicitadas pelo professor.</td><td>26</td><td>32,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Troca de ideias entre alunos e professores.</td><td>13</td><td>16,25</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12. Outros.</td><td>Registro na lousa.</td><td>20</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Corrige o caderno do aluno.</td><td>1</td><td>1,25</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>80</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Materiais utilizados</td><td colspan="2">1. Lousa e giz.</td><td>36</td><td>45</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Livro didático.</td><td>5</td><td>6,25</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Materiais manipulativos: Cusinare, Tangram, Torre de Hanói, blocos lógicos, Material Dourado, ábaco, etc.</td><td>9</td><td>11,25</td></tr>
<tr><td rowspan="4">5. Outros.</td><td>Caderno do aluno.</td><td>19</td><td>23,75</td></tr>
<tr><td>Atividades em folha de sulfite.</td><td>7</td><td>8,75</td></tr>
<tr><td>Carimbo.</td><td>1</td><td>1,25</td></tr>
<tr><td>Lápis de cor.</td><td>3</td><td>3,75</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>80</td><td>100</td></tr>
</table>

A partir das tabelas 1 e 2 é possível perceber que P-I e P-II utilizaram, em suas práticas docentes, o método expositivo-transmissivo ao abordar os conteúdos do campo aditivo. Desse modo, não se observaram as variáveis constituintes do método psi-

cogenético (dinâmica de grupo, situação-problema, tomada de consciência, avaliação diagnóstica). Na relação *professor × aluno* não ocorreram momentos de interação, já que ambas as docentes "agiram" sobre os estudantes através da fala-exposição dos conteúdos matemáticos. Os alunos de ambas as professoras (P-I e P-II) não puderam "agir sobre o concreto", possibilitando o desencadeamento (em maior probabilidade) da experiência física e lógico-matemática. Esses alunos apenas visualizaram a manipulação dos materiais concretos pelas professoras no momento da exposição dos conceitos matemáticos.

O Organograma 1 explicita as estratégias didáticas que se fizeram constantes nas aulas de Matemática de P-I e P-II.

Organograma 1 – Estratégias didáticas gerais de P-I e P-II

Em contrapartida, P-III introduziu em suas aulas alguns elementos construtivistas, tais como o agrupamento dos alunos, a ocorrência da experiência sobre o concreto, o questionar-desafiar o estudante. Observe na Tabela 3 os resultados provenientes da observação de campo.

Tabela 3 – Procedimentos didáticos e materiais utilizados por P-III

<table>
<tr><th colspan="3">Categorias</th><th>Nº de aula de 50 minutos</th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="11">Procedimento didático e metodológico</td><td colspan="2">1. Exposição oral feita pelo professor.</td><td>13</td><td>26</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Agrupamentos dos alunos para a realização de atividades sugeridas pelo professor.</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Atividades individuais solicitadas pelo professor.</td><td>13</td><td>26</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Troca de ideias entre alunos e professores.</td><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. Troca de ideias entre alunos e alunos.</td><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="6">12. Outros.</td><td>Registro na lousa.</td><td>4</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Auxílio ao aluno.</td><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Questiona o aluno.</td><td>7</td><td>14</td></tr>
<tr><td>Corrige o caderno do aluno.</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Correção da atividade proposta.</td><td>3</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Auxílio às duplas.</td><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>50</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Materiais utilizados</td><td colspan="2">1. Lousa e giz.</td><td>11</td><td>22</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Livro didático.</td><td>10</td><td>20</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Materiais manipulativos: Cusinare, Tangram, Torre de Hanói, blocos lógicos, Material Dourado, ábaco, etc.</td><td>14</td><td>28</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5. Outros.</td><td>Caderno do aluno.</td><td>5</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Atividades em folha de sulfite.</td><td>10</td><td>20</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total</td><td>50</td><td>100</td></tr>
</table>

Embora aproximadamente ¼ das aulas de Matemática de P-III seja constituída da exposição-transmissão dos conteúdos matemáticos, a presença de alguns elementos construtivistas corrobora a hipótese de Massabini (2005) acerca de as práticas docentes "mesclarem" ações didáticas tradicionais e construtivistas. Faz-se oportuno salientar a importância da interação entre professor e aluno por meio da linguagem, de discussões que suscitem no estudante desequilíbrios (cognitivos). O problema reside quando o docente utiliza exclusivamente proposições verbais, não permitindo aos alunos, em particular das séries iniciais, refletir e agir-operar sobre os objetos manipulativos.

Por fim, a Tabela 4 evidencia os procedimentos didáticos e materiais adotados por P-IV durante a abordagem dos conteúdos dos campos aditivo e multiplicativo.

Conforme a Tabela 4, todas as etapas do método psicogenético fizeram-se presentes nas aulas de Matemática de P-IV. Esse docente utilizou diversos jogos, nos quais os alunos, ao refletirem sobre a solução de situações-problemas, puderam agir-operar sobre objetos concretos, permitindo desse modo a ocorrência da experiência física e lógico-matemática. A exposição oral também foi observada durante a explicação de eventuais dúvidas que os estudantes possuíam, porém, durante as discussões, o professor tentava questionar, problematizar situações de ensino aos mesmos.

Sobre as concepções dos quatro professores acerca do ensino de Matemática e sobre a teoria de Piaget observaram-se, após a análise dos questionários e entrevistas realizadas, os seguintes aspectos/resultados: 1) a ideia de que o conhecimento é construído continuamente pelo aluno; 2) a necessidade da manipulação no concreto; 3) a importância da dinâmica de grupo no processo de ensino e aprendizagem; 4) a não construção de alguns conteúdos matemáticos por parte dos professores; 5) o entendimento superficial e fragmentado da teoria de Piaget.

Tabela 4 – Procedimentos didáticos e materiais utilizados por P-IV

Categorias			Nº de aula de 50 minutos	%
Procedimento didático e metodológico	1. Exposição oral feita pelo professor.		14	28
	2. Agrupamentos dos alunos para a realização de atividades sugeridas pelo professor.		3	6
	3. Atividades individuais solicitadas pelo professor.		2	4
	4. Aplicação de jogos envolvendo noções/ conteúdos matemáticos.		15	30
	5. Troca de ideias entre alunos e professores.		6	12
	10. Confecção de algum material pelo aluno.		4	8
	12. Outros.	Registro na lousa.	2	4
		Corrige a atividade questionando o aluno.	1	2
		Questiona e auxilia o aluno.	3	6
Total			50	100
Materiais utilizados	1. Lousa e giz.		20	40
	4. Materiais manipulativos: Cusinare, Tangram, Torre de Hanói, blocos lógicos, Material Dourado, ábaco, etc.		1	2
	5. Outros.	Figuras geométricas.	1	2
		Baralho e tabuleiro.	14	28
		Marcadores e tabuleiro.	8	16
		Caderno do aluno e tabuleiro.	6	12
Total			**50**	**100**

Conclusão e algumas implicações do estudo

Após o estudo realizado foi possível visualizar alguns aspectos das práticas docentes de P-I, P-II, P-III e P-IV. A propósito do retorno *parcial* e *indireto* do construtivismo piagetiano no ensino da Matemática – a hipótese inicial do presente trabalho –, observou-se o seguinte:

1. Nas práticas docentes de P-I e P-II, os pressupostos da teoria de Piaget "retornaram" indiretamente em suas falas com relação ao crédito na ideia de conhecimento como *contínua construção* realizada pelo aluno; porém, nas suas ações didáticas, tal retorno foi "inexistente", tendo em vista a exclusiva utilização da exposição-transmissão dos conteúdos matemáticos. O único "indício" *construtivista* decorreu da utilização/manipulação de materiais concretos no momento da exposição oral dos conceitos matemáticos, pois as docentes perceberam que os seus alunos compreendiam (assimilavam) melhor os conteúdos matemáticos ao "verem" coisas concretas.

2. A respeito de P-III, nossa hipótese foi mais bem observada, já que essa docente utilizou algumas ações didáticas construtivistas (de *modo parcial*), tais como: questionar os estudantes pretendendo que os mesmos pensassem (*tomando consciência*) nas ações utilizadas por eles; permitir a manipulação/operação no concreto, possibilitando a ocorrência da experiência (física e lógico-matemática); propiciar a interação/troca de ideias entre os estudantes que desencadeassem (em muitos casos) os conflitos cognitivos. Indiretamente identificou-se no discurso da professora a defesa da *contínua construção* do conhecimento (matemático). A hipótese de Massabini (2005) foi "visualizada" na prática de P-III, já que, conjuntamente com as ações didáticas construtivistas, mapearam-se as caracteristicamente tradicionais (ou seja, o método expositivo-transmissivo, a proposição de exercícios que visaram à memorização em detrimento da *operação*).

3. Na prática docente de P-IV, pelo menos nas dez aulas observadas, pôde-se identificar o retorno "*mais que parcial*" da teoria de Piaget, em específico *todas* as etapas preconizadas pelo método psicogenético. Porém, algumas más compreensões discursadas pelo docente nas entrevistas supõem a apropriação *indireta* e (de certo modo) *difusa* do construtivismo piagetiano.

Decorre do exposto nos três tópicos anteriores a reflexão sobre o porquê da utilização "superficial e parcial" da teoria de Piaget no ensino de Matemática. Será que, durante a formação inicial, essa teoria vem sendo "apresentada" de modo superficial, difuso, contraditório (como pontuou P-II ao afirmar que nem os professores universitários a compreendiam de modo adequado), levando o professor a considerá-la não adequada à "dura" realidade escolar? Os dados coletados e analisados por esta pesquisa e os estudos na área (Gebara & Marin, 2005; Rapoport & Silva, 2006) sinalizaram ser real esse questionamento.

Mesmo sabendo que a epistemologia genética piagetiana não resolve "todos" os problemas educacionais, a sua utilização – conforme a literatura (Collares, 2001; Caruso, 2002; Coleto, 2007) – contribui para a elaboração de estratégias didáticas que auxiliem os alunos na construção dos conhecimentos matemáticos. Ao compreender que a criança das séries iniciais necessita recorrer ao concreto, para assim estabelecer relações acerca do seu conhecimento, o professor pode propor ações didáticas concernentes a essa ideia. Isto, por sua vez, colabora com a ativação dos mecanismos de assimilação-acomodação necessários à equilibração majorante do conhecimento lógico-matemático. Embora Da Rocha Falcão (2007) afirme *não ser necessário* o estudante percorrer o caminho "concreto → abstrato" para construir o conhecimento matemático, adota-se neste trabalho como válida e necessária essa hipótese piagetiana.

Sobre a questão de a *exclusiva utilização da linguagem* dificultar o ensino dos conteúdos matemáticos aos estudantes da educação primária (Furth, 1997; Piaget, 2002b), as falas provenientes das entrevistas realizadas com os quatro professores permitiu "validar"

essa ideia. Ao expressarem certas ideias – "*quando o aluno ouve ele não entende*" [P-II]; "*a Matemática, por ser tão abstrata, se você não der algo mais concreto, fica difícil de eles (referiu-se aos alunos) visualizarem. Até mesmo assim o desenho fica ainda abstrato*" [P-I]; "*porque é mais fácil a criança ter o material no concreto e ela vê, assimila melhor a Matemática*" [P-III]; "*eu vejo que quando os alunos usam esses materiais eles conseguem [...] sabe, é [...] compreender de uma maneira melhor!*" [P-IV] –, os docentes, indiretamente, afirmaram que as ações didáticas alicerçadas exclusivamente no oral/escrito não contribuíram para uma melhor compreensão (efetiva construção) da Matemática.

A experiência (física e lógico-matemática) advinda da *manipulação/operação* no concreto torna-se um dos fatores desencadeadores da equilibração majorante. Juntamente com essa *operação*, encontrou-se nas pesquisas acadêmicas (Moro, 2000; Sanchis & Mahfoud, 2007), e nas observações de campo de P-III e P-IV, a importância da interação como elemento gerador do desequilíbrio (conflito cognitivo). Conforme denotado, a dinâmica de grupo e a proposição de situações-problemas auxiliam (em muito) na ocorrência da interação e concomitante desequilíbrio.

Uma possível implicação do estudo desenvolvido reside na necessidade de repensar a formação inicial e continuada dos professores – nesse caso os de Matemática. Ficou evidente que tal fato deve-se a: 1) a não construção de alguns conceitos matemáticos pelos professores participantes; 2) a abordagem difusa e fragmentada (conforme pontuaram os docentes) da teoria educacional construtivista (piagetiana) durante a formação inicial.

Em suma, espera-se que o presente trabalho tenha contribuído (minimamente) ao repensar a Educação Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental, bem como possibilidades da "utilização" da teoria de Piaget na educação, "deixando aberto" a possíveis reformulações-rediscussões os apontamentos teórico-empíricos elencados por este texto.

Referências bibliográficas

CAETANO, R. S. Investigando o processo de construção de estruturas multiplicativas em alunos de 3ª e 4ª séries do ensino fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, v.1. Florianópolis, 2007. *Anais do VI Enpec*. Florianópolis: Gráfica Floriprint, 2007. (CD-ROM)

CARUSO, P. D. M. *Professor de Matemática:* transmissão de conhecimento ou construção de significados? Porto Alegre, 2002. 311 p. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

COLETO, A. P. D. *A atuação de professores nas séries iniciais do ensino fundamental como facilitadores das interações sociais nas atividades de conhecimento físico.* Campinas, 2007. 192 p. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

COLLARES, D. *Epistemologia genética e pesquisa docente.* Porto Alegre, 2001. 202 p. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CUNHA, M. A. V. *Didática fundamentada na teoria de Piaget*. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

DA ROCHA FALCÃO, J. T. Dez mitos acerca do ensino e da aprendizagem da Matemática: síntese de pesquisas e reflexões teóricas 1986/2006. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 9. Belo Horizonte, 2007. *Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática.* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p.1-15.

FURTH, H. G. *Piaget na sala de aula*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.

_____, WACHS, H. *Piaget na prática escolar:* a criatividade no currículo integral. 6.ed. Trad. Nair Lacerda. São Paulo: Ibrasa, 1995.

GEBARA, J., MARIN, C. A. Representação do professor: um olhar construtivista. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, v.6, n.2, p.26-32, 2005.

KAMII, C. *A criança e o número:* implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos. Trad. Regina A. de Assis. Campinas: Papirus, 2005.

LIMA, L. de O. *A escola secundária moderna:* organização, métodos e processos. 10.ed. Petrópolis: Vozes, 1973.

_____. *Piaget:* sugestões aos educadores. Petrópolis: Vozes, 2000.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação:* abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MASSABINI, V. G. O construtivismo na prática de professores de Ciências: realidade ou utopia? *Ciências & Cognição (UFRJ)*, v.10, n.4, p.104-14, 2005.

MORGADO, L. M. A. *O ensino da aritmética:* perspectiva construtivista. Coimbra: Almedina, 1993.

MORO, M. L. F. A epistemologia genética e a interação social de crianças. *Psicol. Reflex. Crit. (Porto Alegre)*, v.13, n.2, p.295-310, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em 26/7/2008.

PIAGET, J. *A construção do real na criança*. 3.ed. Trad. Maria Thereza Costa Coelho. São Paulo: Ática, 2002a.

_____. *Para onde vai a educação?* 16.ed. Trad. Ivete Braga. Rio de Janeiro: José Olympio, 2002b.

_____. *Seis estudos de psicologia*. 24.ed. Trad. Maria Alice Guimarães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

_____, SZEMINSKA, A. *A gênese do número na criança*. Trad. Christiano Monteiro Oiticica. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

RAPOPORT, A., SILVA, J. A. da. A utilização de referenciais teóricos na prática docente. *Psicologia América Latina. [on-line].* fev. 2006. Disponível em <http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php>. Acesso em 23/7/2008.

SANCHIS, I. P., MAHFOUD, M. Interação e construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo de Piaget. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, v.12, n.4, 2007. Disponível em <www.cienciasecognicao.org>. Acesso em 23/12/2007.

TAXA, F. de O. S. *Problemas multiplicativos e processo de abstração em crianças na 3ª série do ensino fundamental*. Campinas, 2001. 237 p.

Tese (doutorado em Psicologia Educacional) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

VERGNAUD, G. *El niño, las Matemáticas y la realidad;* problemas de la enseñanza de las Matemáticas en la escuela primaria. Trad. Luis O. Segura. México: Trillas, 1991.

3

O discurso e a prática pedagógica de professores de Ciências no ensino fundamental

Francislene Moraes da Cunha[1]
Luciana Maria Lunardi Campos[2]

Considerações sobre o discurso e a prática pedagógica

Ensinar Ciências hoje em dia é uma atividade complexa e requer, dos professores, conhecimentos teóricos e práticos que possibilitem a promoção nos alunos do gosto e do esforço por aprender Ciências, a elaboração de respostas aos novos problemas e a inovação em função das novas realidades escolares e sociais (San Martí, s/d).

Neste sentido, compreende-se que a prática pedagógica não é a mera concretização de teorias ou de receitas, é dirigida por *habitus*

1. Ex-aluna de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* francislenecunha@yahoo.com.br.
2. Departamento de Educação – Instituto de Biociências – UNESP/Campus de Botucatu. Departamento de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* camposml@ibb.unesp.br.

(Perrenoud, 1993) e permeada por elaborações pessoais. Ela não é um simples fazer, caracterizado pela aplicação linear de teorias, pelo pragmatismo e pela neutralidade. Envolve pensamento, reflexão e construção de sentidos e reflexão do professor e é marcada por determinações históricas, podendo ser compreendida a partir de duas dimensões: o discurso sobre a prática e a prática.

O discurso envolve e expressa teorizações, idealizações, representações, incorporação de normas e atribuição de significados e pode ser revelado, oralmente ou por escrito, por meio dos relatos de experiências, de posicionamentos sobre questões específicas e ou de projetos ou planos.

Um professor de Ciências elabora, organiza e revela seu discurso e sua prática, num contexto escolar e social específicos, de acordo com seus saberes profissionais, intenções, opções, pressupostos teóricos e crenças – implícitos ou explícitos, que se revelam na elaboração e no desenvolvimento de seu planejamento, na definição de seus objetivos, na seleção e organização dos conteúdos, na escolha dos métodos, técnicas e recursos para o ensino, em seus procedimentos e instrumentos de avaliação e na sua relação com os alunos.

Reconhece-se, assim, que em seu discurso e na sua prática, o professor pode dispor de saberes ou conhecimentos[3] profissionais (Tardif, 2002; Pacheco & Flores, 1999), dentre os quais os saberes curricular, pedagógico, dos contextos, de si mesmo, do conteúdo, experiencial, atitudinal e crítico-contextual.

Porlán et al. (1998) identificaram como saberes dos professores de Ciências: os acadêmicos, aqueles baseados na experiência, as rotinas ou roteiros de ação e as teorias implícitas. Carvalho & Gil-Perez (1995, p.19) identificaram o que deve "saber" e "saber fazer" o professor de Ciências, baseados na ideia de aprendizagem como construção de conhecimentos, com características de uma

3. Embora alguns autores diferenciem os termos *saber* e *conhecimento*, neste estudo estamos utilizando-os como sinônimos. Também são propostas diferentes tipologias dos saberes profissionais, que não são objeto de estudo deste texto.

pesquisa científica e na necessidade de transformar o pensamento espontâneo do professor, indicando que todos esses saberes são interligados e codependentes, sendo eles: conhecer a matéria a ser ensinada, conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo, adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem geral e específica em Ciências, crítica fundamentada no ensino habitual, saber preparar atividades, saber dirigir as atividades dos alunos, saber avaliar e utilizar a investigação e a inovação didática.

O discurso e a prática pedagógica do professor de Ciências estão vinculados, ainda, a um conjunto amplo de conhecimentos teóricos implícitos ou não que direcionam seu relato e sua tomada de decisões em sala de aula e na escola, sendo necessário reconhecer as concepções subjacentes à prática educativa. As crenças dos professores, segundo Bejarano & Carvalho (2003), são os melhores indicadores das decisões que eles tomam ao longo de suas vidas e conhecê-las se faz importante, pois elas influenciam os pensamentos e atitudes desses professores.

As concepções sobre a ciência e as crenças dos professores sobre a natureza da ciência, muitas vezes implícitas, influem na forma como eles veem os processos de ensino e aprendizagem e, consequentemente, influenciam suas práticas pedagógicas, revelando a necessidade de tomada de consciência, por parte do professor, de suas convicções sobre a natureza do conhecimento científico e sobre os processos de ensino e de aprendizagem (Moreno Armella & Waldegg, 1998; Cunha, 2001).

Também podem ser estabelecidas relações entre as ideias e concepções de professores sobre sua prática profissional e seu modelo de atuação profissional (Ramalho et al., 2000), podendo-se aceitar a articulação "dos compromissos epistemológicos e didáticos dos professores com suas práticas de ensino" (Nuñez et al., 2009).

Guimarães, Echeverría & Moraes (2006, p.317), ao buscarem identificar o modelo didático predominante entre professores de Ciências a partir das suas ideias sobre os conteúdos, as estratégias de ensino e a avaliação, verificaram a "presença de divergentes orientações didáticas resultantes de diferentes concepções de edu-

cação escolar que permeiam o pensamento dos professores" e a não existência de "um modelo didático predominante que se enquadre nos modelos identificados pela literatura...".

Reconhece-se, assim, que discursos e práticas de professores articulam-se às suas visões sobre ciência, conhecimento, aprendizagem, educação, escola e teorias educacionais (Pacheco & Flores, 1999).

Como afirma Zabala (1998, p.33), "por trás de qualquer prática educativa sempre há uma resposta a 'por que ensinamos' e 'como se aprende'". Essa intenção ou essa elaboração interna pode ser revelada pelo discurso e pela prática pedagógica.

A partir de Nóvoa (1999), compreende-se que o discurso e a prática do professor não estão em "mundos distintos" e revelam seus processos de construção de sentido e de significados, constituindo o seu ensinar. Eles não podem ser compreendidos a partir de relações simplistas ou, *a priori*, como opostos ou como mantendo correspondência absoluta.

Na busca de compreender o discurso e a prática pedagógica de professores de Ciências relativos ao planejar, definir objetivos, conteúdos, estratégias de ensino, recursos didáticos, procedimentos de avaliação e ao interagir com os alunos, analisaram-se dados coletados com um grupo de professoras.[4]

A investigação

Os dados foram coletados, em 2005, com cinco professoras (P1, P2, P3, P4 e P5) responsáveis pelas disciplinas de Ciências e Biologia de três escolas estaduais de ensino fundamental e médio de um município da Grande São Paulo, que possuíam de 3 a 12 anos

4. Os dados foram coletados e estão descritos de forma mais detalhada na dissertação de mestrado de Cunha (2005), que teve por objetivo compreender o pensamento e a ação de professores de Ciências.

de magistério, sendo quatro formadas em Biologia e uma em Matemática com habilitação em Ciências.

A coleta de dados envolveu a realização de entrevista com as professoras, a observação de aulas (de seis a nove aulas/professora) e a análise dos planos de aula, com o objetivo de inicialmente identificar o discurso das professoras e posteriormente coletar dados sobre sua prática pedagógica.

Os dados obtidos foram organizados a partir dos diferentes aspectos da prática pedagógica: plano de ensino, objetivos, conteúdos, metodologia, avaliação e relação entre professor e aluno, considerando-se que os dados obtidos por meio das entrevistas e dos planos de ensino possibilitam conhecer o discurso do professor e que, por meio das observações, pode-se ter acesso direto à prática.

Em relação ao plano, as professoras declararam elaborar o planejamento anual de forma coletiva com os outros professores de Ciências da mesma escola e indicaram como referências as propostas governamentais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), revistas, livros didáticos, paradidáticos e que se basearam no interesse e cotidiano dos alunos para a elaboração do mesmo. Durante as observações, percebeu-se que as aulas seguem o planejamento elaborado na sequência de conteúdos e que as professoras se baseiam, prioritariamente, no livro didático, como apresentado no Quadro 1.

Verificou-se, pelo discurso, dois elementos do plano: quem o elaborou e a partir de que materiais foi elaborado, constatando-se a discordância entre o discurso e a prática das professoras. Percebe-se que a elaboração do plano é realizada por uma única pessoa; não é elaborado anualmente e parece ser um cumprimento às exigências burocráticas dentro da escola. O planejamento não foi verdadeiramente uma oportunidade de discussão e de busca de soluções coletivas para os problemas da realidade em que se encontram e, consequentemente, o plano foi o resultado desse processo.

Em relação aos objetivos, os dados obtidos estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 1 – Plano e planejamento de ensino

Coleta	Dados
Entrevista	P1 – Relacionado à realidade dos alunos. P2 – Anual, baseado na proposta de 1990, 1991 e nos PCNs. P3 – Baseado no planejamento anual da escola e revistas, livros didáticos, paradidáticos. P4 – Baseado no livro e cotidiano do aluno, revistas, vídeos. P5 – Baseado no planejamento anual da escola e revistas, livros didáticos, interesse dos alunos, reportagens, etc.
Planos de aula	P1 – Anual, realizado com os outros professores de Ciências que lecionam na mesma escola. P2, P3, P4 e P5 – Anual, realizado com os outros professores de Ciências.
Observações	P1 – Planejamento baseado no livro-texto. P2 – Baseado no livro-texto e plano de aula. P3 – Baseado em materiais da professora. P4 – Baseado no livro didático. P5 – Baseado em materiais diversos selecionados pela professora.

Verifica-se que os professores apresentam um discurso de que o ensino de Ciências deve possibilitar que o aluno interaja, compreenda e mude seu cotidiano e o ambiente, e a prática indicou a ênfase na transmissão/apropriação de conteúdos e o reconhecimento da necessidade de interface com o cotidiano.

De acordo com os PCNs (Brasil, 1998, p.7), o objetivo do ensino fundamental é que o aluno seja capaz de, por exemplo:

- compreender a cidadania como participação social e política;
- posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas;
- conhecer e valorizar a pluralidade do patrimônio sociocultural brasileiro;

Quadro 2 – Objetivo de ensinar Ciências

Instrumentos	Dados
Entrevista	P1 – Passar o que é necessário à vida dos alunos e motivar os alunos a gostar de Ciências. P2 – Ensinar para que o aluno mude seu cotidiano. P3 – Fazer com que o aluno se conheça e conheça o mundo ao seu redor. P4 – Possibilitar que ele interaja no seu cotidiano. P5 – Localizar o aluno no universo e a utilização dos recursos naturais, quem ele é, de onde veio, o que está fazendo aqui, o que pode fazer para melhorar o planeta, que contribuição a Ciência deu.
Plano de ensino	P1 – Conhecer o ambiente em que vive, suas relações, os seres vivos, suas características, os cuidados com o corpo, etc. P2, P3 e P5 – Levar o aluno a fazer um estudo do ambiente; prepará-lo para o exercício da cidadania e integrá-lo ao seu ambiente; estimular no aluno a capacidade de perceber as aplicações da ciência na vida diária. P4 – Conhecer o ambiente em que vive, suas relações, os seres vivos, suas características, os cuidados com o corpo, etc.
Observações	P1 – Transmitir aos alunos os conteúdos de Ciências. P2 – Fazer com que o aluno compreenda aquilo que está estudando, fazendo inter-relações com seu cotidiano. P3 – Fazer com que o aluno compreenda e memorize o conteúdo. P4 – Possibilitar que o aluno entenda a inserção da ciência no seu cotidiano. P5 – Fazer com que o aluno compreenda aquilo que está estudando, fazendo inter-relações com seu cotidiano.

- perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;
- conhecer o próprio corpo e dele cuidar, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva;
- utilizar as diferentes linguagens;
- saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;
- questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.

Considera-se que os objetivos propostos nos documentos oficiais foram, de alguma forma, expressos no discurso das professoras, mas se distanciam dos objetivos praticados, principalmente em se tratando de um ensino voltado para a formação científica do aluno e de um cidadão consciente, crítico e ativo.

Em relação aos conteúdos, estes foram citados como sendo baseados em livros didáticos, na realidade dos alunos, nos PCNs e em propostas governamentais. Pelas observações, verificou-se a apresentação dos conteúdos do livro didático adaptados à realidade dos alunos, conforme demonstrado no Quadro 3.

Observa-se a discordância entre o discurso e a prática das professoras, principalmente com P2, que relatou trabalhar com proposta do governo do Estado de São Paulo, com os PCNs e com base na realidade dos alunos, e na prática utilizou apenas livro didático.

Pode-se questionar se a limitação dos conteúdos aos expostos no livro-texto não é um indicativo da compreensão de que conteúdos devem ser repassados fielmente pelos professores e reproduzidos pelos alunos (Coll et al., 2000).

Quadro 3 – Conteúdos de Ciências relatados pelas docentes

Coleta	Dados
Entrevista	P1 – Relacionado à realidade dos alunos. P2 – Baseado na proposta, PCN e realidade dos alunos. P3 – Baseado no planejamento, nos livros, nas aulas que deu nos anos anteriores. P4 – Baseado no livro didático. P5 – Baseado na sequência comum dos livros didáticos.
Plano de ensino	P1, P2, P3, P4 e P5 – Relacionados ao conteúdo do livro--texto.
Observações	P1 – Retirados do livro-texto e relacionados com o contexto e paradidáticos. P2 – Relacionados ao conteúdo do livro-texto. P3 – Baseado em materiais variados que a professora possui. P4 – Retirados do livro-texto. P5 – Relacionados ao conteúdo do livro-texto.

Para Cachapuz (2000), a Educação em Ciência deve garantir que as aprendizagens de conhecimentos se tornem úteis e utilizáveis no cotidiano do aluno, sendo cada vez maior o apelo à inter e transdisciplinaridade, à abordagem de situações-problema do cotidiano que permitam construir conhecimentos e refletir sobre os processos da ciência, à inter-relação entre ciência/tecnologia/sociedade/ambiente, ao pluralismo metodológico e à avaliação formadora e não classificatória.

De acordo com Coll et al. (2000), a importância atribuída aos conteúdos de ensino e à aprendizagem é uma das novidades que chama a atenção das propostas curriculares e, nas últimas décadas, a tendência foi de minimizar sua importância e interesse, levando os professores a se colocar entre a necessidade de ensinar conteúdos aos seus alunos e a aceitação de uma filosofia educacional que minimiza a sua importância.

A metodologia de ensino predominante declarada pelas professoras não pôde ser observada durante as aulas. No plano de ensino das docentes estavam citadas atividades práticas, uso de vídeos, dentre outros recursos tecnológicos, e, na entrevista, a maioria relatou interagir bastante com alunos, despertando interesse deles para a matéria, mas na prática nem sempre foi o que aconteceu. Os dados obtidos estão sintetizados no Quadro 4.

Quadro 4 – Metodologia de ensino utilizada pelas docentes

Coleta	Dados
Entrevista	P1 – Tenta chamar a atenção, motivar. P2 – Apresenta o conteúdo, vê os conhecimentos prévios dos alunos e depois introduz a matéria fazendo gancho com o que eles falaram. P3 – Mostra a necessidade de se conhecer, de conhecer os fenômenos físicos e químicos, procura despertar o interesse. P4 – Tenta interagir com os alunos, faz com que eles se interessem tratando de assuntos do cotidiano. P5 – Procura estimular os alunos, despertar a curiosidade, método científico, resolução de problemas, manter diálogo.
Planos de ensino	P1 e P4 – Aula expositiva e dialógica, atividades práticas, apresentação de vídeos, uso de retroprojetor, uso de giz e lousa, uso de material didático e paradidático. P2, P3 e P5 – Aula expositiva e dialógica, atividades práticas, apresentação de vídeos, laboratório, sala de informática, etc.
Observação	P1, P3 e P4 – Aula expositiva, apresentação do texto e questionário. P2 e P5 – Aula expositivo-dialógica com verificação dos conhecimentos prévios dos alunos.

Segundo Menezes (2000), a disciplina de Ciências continua sendo lecionada através de aulas expositivas, tendo como recursos o livro didático, sua transcrição na lousa e alguns experimentos.

Porlán (1999) relata que desde algum tempo têm sido enfocados três modelos básicos que resumem e dão sentido às diferentes formas de ensinar Ciências: modelo por transmissão verbal dos conhecimentos científicos (tradicional), modelo por descoberta espontânea (espontaneísta) e modelo indutivista (tecnológico).

A importância de se formar cidadãos cientificamente alfabetizados implica uma maneira diferente de enfrentar o ensino de Ciências. De acordo com Harlem (1985 apud Paixão & Cachapuz, 1999), é necessário iniciar os alunos no estudo da ciência o mais cedo possível, promovendo assim a educação dos processos, conceitos e atitudes.

Cachapuz (2000), ao referir-se às novas tendências no ensino de Ciências, comenta o apelo ao pluralismo metodológico, à inter e transdisciplinaridade, à abordagem de situações-problema do cotidiano que permitam construir conhecimentos e refletir sobre os processos da ciência e à inter-relação entre ciência/tecnologia/sociedade/ambiente. Porlán (1999) e Cachapuz (2000), entre outros autores, indicam a investigação escolar/ensino por meio da pesquisa como princípio didático, por possibilitar o envolvimento dos alunos cognitiva e afetivamente, sem exigir respostas prontas e prévias e sem conduzi-los muito rumo às soluções provisórias como respostas a problemas reais.

Em relação à avaliação, as professoras declararam utilizar vários procedimentos e instrumentos, como a participação do aluno em sala de aula, a realização das atividades, trabalhos individuais e em grupos, de forma contínua, e também a prova escrita. Na observação das aulas, percebeu-se que algumas verificavam os cadernos dos alunos, corrigiam as atividades nos cadernos e que as provas e os trabalhos eram utilizados como parâmetros da aprendizagem do aluno. Os dados obtidos estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Avaliação segundo as professoras

Coleta	Dados
Entrevista	P1 – Dia a dia: avaliação escrita, participação, caderno. P2 – Avaliação escrita, atividades, exercícios, participação. P3 – Avaliação escrita, participação, atividades, observação. P4 – Contínua, dia a dia, tudo que o aluno faz. P5 – Exercícios, seminários, avaliação escrita, trabalhos em grupo.
Plano de aula	P1 e P4 – Participação, caderno, trabalhos individuais e em grupo, prova, relatórios. P2, P3 e P5 – Prova escrita, atividades e participação.
Observações	P1 e P4 – Atividades, caderno, participação. P2, P3 e P5 – Atividades, participação, prova escrita. P3 – Atividades, participação, prova escrita.

Nesse aspecto, verifica-se a aproximação entre discurso e prática.

Para Cachapuz (2000), a avaliação educativa (ou formativa) é um processo de vaivém constante, permanente e sistemático, que diz respeito a todos os participantes desse processo – alunos e professor. O *feedback* torna-se importante nesse tipo de avaliação.

Aspectos relativos à relação entre professor e aluno não foram identificados nos planos analisados. Ao comentar essa relação na entrevista, as professoras citaram a preocupação com a afetividade e com a motivação no aluno, reconhecendo que a participação do aluno é importante e que essa relação depende do professor (inclusive de ele gostar do que faz). Foi consensual a consideração da relação entre professor e aluno como um aspecto muito importante e/ou fundamental, no processo de aprendizagem, conforme indicado nos dados organizados no Quadro 6.

Quadro 6 – Relação entre as professoras e os alunos

Coleta	Dados
Entrevista	P1 – Boa, devido ao jeito da professora, facilita os processos de ensino e aprendizagem. P2 – Boa, devido ao jeito da professora, com muito respeito mútuo, importante nos processos de ensino e aprendizagem. P3 – A professora é enérgica, brava, gosta de disciplina, mas diz que consegue ter boa relação com quem a conhece há mais tempo, devido à herança dos seus professores, importante nos processos de ensino e aprendizagem. P4 – Boa, por gostar daquilo que faz, muito importante nos processos de ensino e aprendizagem. P5 – Engraçada, procura manter o bom humor, relação de afetividade, importante nos processos de ensino e aprendizagem.
Observações	P1 – Relação boa, mas um pouco distante. Alunos não respeitam muito a professora. Diferenças entre classes. P2 – Muito boa, devido ao jeito da professora, com respeito mútuo. P3 – A professora é enérgica, brava, gosta de disciplina, mas consegue ter boa relação com os alunos. P4 – Relação boa e descontraída. P5 – Boa, devido ao jeito da professora, com respeito mútuo.

A relação foi caracterizada como "boa" quando se identificou a presença de respeito mútuo (por exemplo, respeito pelo momento de explicação/orientação da professora), do diálogo e da participação dos alunos. Verificou-se, assim, concordância entre discurso e prática docente.

De modo geral, em relação ao objetivo, planejamento, conteúdo e metodologia, verificou-se uma relação de distanciamento entre o discurso e a prática das professoras e em relação à avaliação e à interação entre professor e aluno constatou-se uma relação de aproximação.

No discurso, ainda, foram identificadas referências às inovações pedagógicas, que podem favorecer o nível individual de aprendizagem e questionamentos sobre o sentido da prática pedagógica. Por exemplo, a professora P2 declarou: "eu procuro sempre estar ensinando pra quê? Pra que mude, pra que eles tentem mudar a realidade do dia a dia deles". Da mesma forma, P4 disse "que o que ele aprende na sala de aula ele possa ajudar no dia a dia". Já a professora P5 comentou que políticas públicas as desestimulam à prática inovadora, afirmando: "Sinto muito, mas eu não vou mudar o mundo...".

De modo geral, não foi verificado no discurso e na prática das professoras a compreensão da prática pedagógica em Ciências e da Educação para Ciências como práticas sociais que podem contribuir para o processo mais amplo de transformação social.

Considerações finais

Este estudo não teve por objetivo atribuir valores ao discurso e à prática de cada professora de Ciências ou classificá-los a partir de modelos de ensino já descritos na literatura, mas buscou apreender e compreender o discurso sobre a prática e a prática de professores de Ciências em escolas públicas da atualidade; esta última é uma atividade em que não há imposição de um modelo único e na qual cada professor procura seu próprio modelo e suas concepções, de acordo com suas crenças e experiências pessoais (Giesta, 2001).

Segundo Carvalho & Gil-Perez (1995), os professores de Ciências podem apresentar um conjunto de ideias de senso comum aceitas acriticamente, comportamentos e atitudes relacionados ao ensino e aprendizagem que podem tornar-se obstáculos para uma atividade docente inovadora. Pode-se considerar que o professor possui um conhecimento que ele desconhece, que se expressa na forma de teorias implícitas e que possibilita a resolução de problemas, sem depender da capacidade para descrever o que se sabe. O termo "implícito" destaca que "as pessoas não têm acesso a suas

teorias, mas veem a realidade por meio delas" (Rodrigo et al., 1994 apud Feldman, 2001, p.94).

Nuñez et al. (2009), a partir dos conceitos de Schön sobre teorias e teorias em uso, consideram que "nem sempre existe um isomorfismo entre o que se pensa e diz e o que se faz".

Compreende-se a complexidade e a não linearidade da relação entre o discurso pedagógico e a prática pedagógica reconhecendo-se que, em função das características e especificidades da prática (Perrenoud, 1999), por mais que estratégias tenham sido previstas e os conteúdos organizados, situações imprevistas em sala de aula podem alterar o que havia sido preparado, exigindo que o professor busque meios de enfrentar os novos problemas.

Considera-se, assim, que as decisões do professor devem estar claramente fundamentadas para que ele seja capaz de refletir sobre o que acontece no momento da decisão e no momento posterior a ela. Por isso, é fundamental que ele tenha clareza dos objetivos que pretende atingir e que esteja baseado em teorias que possam auxiliá-lo na hora de tomar estas decisões. Para Azzi et al. (2000, p.31), "ele deve, então, ser levado a tomar consciência de que suas falas estão sempre relacionadas a alguma teoria, mesmo quando elas não estão funcionando conscientemente".

A partir das considerações de Carr (1990 apud Giesta, 2001) sobre a relação entre teoria e prática, pode-se compreender que o discurso e a prática dos professores de Ciências podem e precisam constituir-se em uma relação dialética, de interligação e de unidade.

O professor deve ser compreendido como sendo um ator social dotado de autonomia e deve estar envolvido num processo coletivo de reflexão e construção de práticas.

A clareza teórica e a reflexão do professor são instrumentos que possibilitam a crítica, o questionamento e a análise de estruturas institucionais nas quais ele está inserido e atua diariamente. O processo de reflexão crítica auxilia os professores no desenvolvimento do processo de transformação da prática pedagógica. Para isso, o professor deve primeiro tomar consciência dos "valores e signifi-

cados ideológicos implícitos nas atuações de ensino e nas instituições que sustentam" e agir de forma transformadora (Contreras, 2002, p.165). Faz-se necessário, assim, promover entre os professores questionamentos sobre o que eles acreditam, discursam e fazem, problematizando a realidade de forma ampla e aprofundada, desenvolvendo sua capacidade de questionar, analisar, compreender e sintetizar.

Muitos trabalhos coletivos realizados com os professores têm mostrado resultados positivos ao discutirem problemas, analisarem e elaborarem propostas para a melhoria do ensino, fazendo com que eles ampliem seus recursos e modifiquem suas perspectivas.

Essa transformação de concepções de senso comum para um conhecimento claro, preciso e de maior eficácia exige um tratamento teórico, ou seja, a "elaboração de um corpo coerente de conhecimentos, que vai além de aquisições pontuais e dispersas" (Carvalho & Gil-Perez, 1995, p.31).

Torna-se necessário, então, criar espaços e momentos de discussão com os futuros professores (em processo de formação inicial) e com aqueles que já exercem a profissão docente, possibilitando o desenvolvimento de um processo de estudo e de autoconhecimento. Assim, eles poderão refletir sobre suas próprias concepções, suas intenções, sobre as teorias, sobre a realidade aparente e não aparente, sobre as determinações históricas de seu pensamento e de sua ação e construir a coerência possível e necessária entre o discurso e a prática, constituindo-se como professores autônomos e críticos (Contreras, 2002) que contribuirão, efetivamente, para que os objetivos mais amplos da educação escolar e do ensino de Ciências sejam atingidos.

Referências bibliográficas

AZZI, R. G., BATISTA, S. H. S. S., SADALLA, A. M. F. A. (Org.). *Formação de professores:* discutindo o ensino de Psicologia. Campinas: Alínea, 2000.

BEJARANO, N. R. R., CARVALHO, A. M. P. Tornando-se professor de Ciências: crenças e conflitos. *Ciência e Educação*, v.9, n.1, p.1-15, 2003.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CACHAPUZ, A. F. C. (Org.). *Perspectivas de ensino de Ciências*. 1.ed. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciências, 2000. (Formação de professores – Ciências, 1).

______ et al. (Org.). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P., GIL-PEREZ, D. *Formação de professores de Ciências*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1995.

COLL, C., POZO, J. I., SARABIA, B., VALLS, E. *Os conteúdos na reforma:* ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CONTRERAS, J. *A autonomia do professor*. São Paulo: Cortez, 2002.

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.235-48, 2001.

CUNHA, F. M. *Pensamento e ação do professor:* tendências no ensino de Ciências. Bauru, 2006. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista.

FELDMAN, D. *Ajudar a ensinar*: relações entre didática e ensino. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GIESTA, N. C. *Cotidiano escolar e formação reflexiva do professor:* moda ou valorização do saber docente? 1.ed. Araraquara: JM Editora, 2001.

GUIMARÃES, G. M. A., ECHEVERRIA, A. R., MORAES, I. J. Modelos didáticos no discurso de professores de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências,* v.11(3), p.303-22, 2006.

MENEZES, L. C. Ensinar Ciências no próximo século. In: HAMBURGER, E. W., MATOS, C. *O desafio de ensinar Ciências no século XXI*. São Paulo: Edusp, 2000.

MORENO ARMELLA, L. E., WALDEGG, G. La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o com-

plementariedad? *Enseñanza de las Ciencias:* Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, v.16, n.3, p.421-30, 1998.

MORTIMER, E. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? *Coletânea:* Faculdade de Educação USP, p.56-74, 1995.

NÓVOA, A. Os professores na virada do milênio: do excesso dos discursos à pobreza das práticas. *Educ. Pesqui. (São Paulo)*, v.25, n.1, jan.-jun. 1999.

NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L., UEHARA, F. M. As teorias implícitas sobre a aprendizagem de professores que ensinam Ciências Naturais e futuros professores em formação: a formação faz diferença? *Ciências & Cognição*, v.14(3), p.39-61, 2009. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org>. Acesso em dez. 2009.

PACHECO, J. A., FLORES, M. A. Formação e avaliação de professores. Porto: Porto, 1999.

PAIXÃO, M. F., CACHAPUZ, A. La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las Ciencias:* Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, v.17, n.1, p.69-77, 1999.

PERRENOUD, F. *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação* – perspectivas sociológicas. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

PORLÁN, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias:* Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, v.16(1), p.175-86, 1998.

_____. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. In: KAUFMAN, M., FUMAGALLI, L. (Comp.). *Enseñar ciencias naturales* – reflexiones y propuestas didácticas. Buenos Aires: Paidós, 1999.

_____, RIVERO, A., MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos e conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias:* Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, v.16(2), p.171-289, 1998.

RAMALHO, B. L., NUÑEZ, I. B., GAUTHIER, C. Quando o desafio é mobilizar o pensamento pedagógico do professor(a): uma

experiência centrada na formação continuada. *Anais, 20ª Reunião Anual da Anped.* Caxambu: Minas Gerais, 2000. p.112-23.

SAN MARTÍ, N. Enseñar Ciencias em los inicios del siglo XXI. In: _____. *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obrigatoria.* Madri: Sintesis, s/d.

TARDIF, M. Saberes profissionais e conhecimentos universitários. In: _____. *Saberes docentes e formação profissional.* 5.ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

ZABALA, A. *A prática educativa:* como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

4

Demandas de professores de Ciências e Matemática das escolas estaduais do município de Bauru (SP): análise de um processo de levantamento de dados e divulgação de aspectos preliminares dos resultados obtidos

Fernando Bastos[1]
Ana Carolina B. Talamoni[2]
Fernanda Cátia Bozelli[3]
Sandra Regina Teodoro Gatti[4]
Taitiâny Kárita Bonzanini[5]
Eliza Márcia Oliveira Lippe[6]
Roberto Nardi[7]

---

1. Fernando Bastos e todos os outros autores fazem parte do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* ferbastos@fc.unesp.br.
2. *e-mail:* ctalamoni@fc.unesp.br.
3. *e-mail:* ferboz@fc.unesp.br.
4. *e-mail:* steodoro@hotmail.com.
5. *e-mail:* taity@fc.unesp.br.
6. *e-mail:* li_lippe@yahoo.com.br.
7. *e-mail:* nardi@fc.unesp.br.

Introdução

Durante o biênio compreendido entre outubro de 2006 e outubro de 2008, o Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, vinculado ao Programa de Mestrado e Doutorado em Educação para a Ciência (UNESP/Bauru, SP), desenvolveu, com suporte financeiro do CNPq,[8] o projeto de investigação intitulado *Práticas pedagógicas e processos formativos de professores na área de ensino de Ciências e Matemática*.

Uma parte importante desse projeto consistiu em buscar informações a respeito da situação funcional e demandas profissionais de professores de Ciências e Matemática das escolas públicas de educação básica de Bauru (SP) e região.

O interesse por um levantamento com tais características nasceu da ideia de que as informações coletadas poderiam favorecer uma aproximação entre as ações de ensino, pesquisa e extensão da universidade e a realidade da escola básica, na linha do que discutem autores importantes da área de formação de professores, ao defenderem, por exemplo, a necessidade de integração entre teoria e prática nos programas de formação para a docência, e o trabalho colaborativo entre professores de escola e pesquisadores universitários na busca da melhoria do ensino (Marcelo Garcia, 1999; Tardif, 2004; Porlán & Rivero, 1998).

Outra contribuição importante do levantamento pretendido seria a possibilidade de alicerçar em dados sistemáticos algumas percepções e impressões que nós – enquanto pesquisadores, professores e ex-professores da escola básica – tínhamos como claras, mas que não estavam baseadas em resultados de pesquisa (por exemplo, sabíamos perfeitamente que o professor sofria em razão da elevada carga horária didática, ou queixava-se da apatia ou indisciplina dos alunos, mas não tínhamos quaisquer números a respeito disso).

8. Edital MCT/CNPq 02/2006 – Universal – Processo n. 486.080/2006-4.

Logo nas primeiras discussões acerca de como seria organizado o levantamento, nosso interesse dirigiu-se para a possibilidade de consultar a grande maioria dos professores de Ciências e Matemática das escolas de educação básica da região de Bauru, indagando-lhes a respeito de uma variedade de aspectos de seu trabalho cotidiano. Diante disso, o instrumento que se mostrava mais factível para o levantamento pretendido era o questionário (Alves-Mazotti & Gewandsznajder, 1998; Bogdan & Biklen, 1994).

Assim, nas semanas que se seguiram, um questionário foi gradativamente discutido e elaborado, e então aplicado em uma amostra que, conforme explicado mais adiante, ficou composta por 89 professores de Ciências e Matemática de escolas estaduais de educação básica de Bauru e região.

A aplicação dos questionários foi feita somente após a autorização do projeto pelos representantes locais da Secretaria Estadual da Educação (SP), e os pesquisadores compareceram pessoalmente a todas as escolas integrantes da amostra selecionada a fim de apresentar o projeto e distribuir os questionários aos professores.

Durante esse processo surgiram várias oportunidades de diálogo com os dirigentes de ensino e equipes escolares, e tais diálogos e situações também se mostraram importantes para compreendermos algumas das opiniões dos professores, principalmente no que tange à relação entre universidade e escola.

Concluída a etapa de aplicação dos questionários, os dados obtidos foram organizados e interpretados, utilizando-se para isso procedimentos que incluíram, entre outros, a análise de conteúdo (Bardin, 1977).

Com base nas categorizações preliminares que realizamos, ficou claro que as ideias colocadas pelos professores (em resposta às perguntas do questionário) compõem um quadro bastante interessante para uma discussão que aborde formação docente e ensino. Pensamos então que seria importante apresentar, tão logo quanto possível, uma visão geral de alguns desses resultados, não tanto para aprofundar sua análise, mas para que ficassem disponíveis e pudessem ser referidos e avaliados em trabalhos subsequentes.

Assim (e seguindo tal linha de raciocínio), o presente artigo se concentrará em dois objetivos principais:

– descrever e analisar o processo de elaboração e aplicação dos questionários mencionados, dando destaque a algumas considerações metodológicas e a aspectos que permitam refletir sobre a relação entre universidade e escola;
– propiciar a divulgação preliminar de alguns resultados do levantamento citado, o qual buscou relatos e opiniões de professores de Ciências e Matemática acerca de uma variedade de aspectos de seu dia a dia profissional, aí incluídas as expectativas que têm a respeito da ajuda a ser proporcionada pela universidade no enfrentamento das dificuldades associadas ao trabalho docente.

Processo de elaboração e aplicação dos questionários

A elaboração do instrumento de coleta de dados referido anteriormente (o questionário) iniciou-se com discussões detalhadas, durante as reuniões do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, a respeito de diversos pontos que se mostravam cruciais para a definição dos aspectos práticos do levantamento que se pretendia.

Em primeiro lugar, procuramos pensar qual o grupo de professores que seria convidado a participar da pesquisa, de tal forma que a amostra selecionada propiciasse um mapeamento confiável acerca da situação dos professores atuantes em Bauru, mas sem assumir dimensões incompatíveis com o tempo e o número de pessoas de que dispúnhamos para realização das diversas tarefas. Decidimos então que um critério viável para a constituição da amostra seria selecionar somente os professores das escolas públicas vinculadas à Diretoria de Ensino de Bauru (órgão local da Secretaria Estadual da Educação), e que atuassem nos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º anos) e/ou no ensino médio, nas disciplinas Ciências, Ma-

temática, Química, Física e ou Biologia. Assim, com tal delimitação, não haveria a investigação direta da situação encontrada (a) na rede pública municipal, (b) nas escolas particulares e (c) entre os professores dos anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º anos), mas, em compensação, dada a quantidade de escolas a serem incluídas no levantamento (30), e sua distribuição geográfica em diferentes bairros da cidade, conseguiríamos uma amostra numerosa e provavelmente diversificada.

Uma discussão seguinte referiu-se às questões que seriam feitas aos professores.

Essa discussão transcorreu por algum tempo e resultou na ideia (mantida daí em diante) de que o questionário deveria levantar, entre outras, as informações indicadas a seguir (itens 1 a 7). Aproveitaremos a referida descrição da estrutura geral do questionário para também confrontar nossas ideias iniciais com alguns dos resultados obtidos após a conclusão do levantamento, e para, a partir disso, fazer algumas considerações de caráter metodológico.

Principais informações que se pretenderam levantar com o uso do questionário:

(1) *Dados pessoais dos professores* – endereço de residência e telefone, que seriam importantes no caso de interesse por contatos futuros, ou mesmo para divulgar atividades de extensão propostas pela universidade.

Notar que, no processo efetivo da pesquisa, os dados em referência acabaram sendo úteis não tanto para as finalidades iniciais, mas principalmente para sabermos se o professor necessitava viajar ou não para chegar a seu local de trabalho, questionamento este que não havia recebido destaque durante a fase de preparação do instrumento de coleta de dados.

Assim, é oportuno relembrar a distância que pode existir entre aquilo que imagina o pesquisador e aquilo que surge do diálogo com dados empíricos (Bogdan & Biklen, 1994) ou, em outras palavras, a necessidade de uma certa *flexibili-*

dade de ideias no momento de se decidir os caminhos para obtenção de dados de pesquisa.

(2) *Dados sobre a formação do professor em nível de graduação e pós-graduação* – nesse item foi solicitado que o professor mencionasse os cursos de graduação, especialização, mestrado e ou doutorado que havia frequentado, bem como a área de cada curso, a instituição responsável, o ano de conclusão, etc.; essa parte do levantamento foi pensada para verificar, por exemplo, se a formação acadêmica oferecida aos professores parecia compatível com as demandas profissionais decorrentes de sua inserção nas escolas, e se os docentes estavam tendo acesso efetivo a cursos de pós-graduação.

Notar desde já que as perguntas do questionário (sobre esse e todos os demais assuntos) foram propostas tendo em vista *a possibilidade e o interesse do cruzamento de informações*; assim, para citar um exemplo, os dados sobre formação acadêmica do professor poderiam, eventualmente, ser correlacionados com sua opinião sobre a contribuição a ser oferecida pela universidade, etc.

Tendo em vista esse tipo de abordagem, providenciamos para que o material proveniente dos questionários fosse armazenado em um *banco digital capaz de gerar relatórios justapondo quaisquer combinações entre os diferentes tipos de informações coletadas*, conforme mencionado mais a seguir.

Finalmente (e voltando ao tema principal deste item 2, que se refere à formação dos professores em nível de graduação e pós-graduação), cabe ressaltar que os dados que vieram a ser obtidos em etapas posteriores da pesquisa, com a aplicação dos questionários, mostraram, entre outras coisas, que havia *discrepâncias dignas de consideração entre as áreas de formação e atuação dos docentes consultados* – por exemplo, vários professores de Física eram oriundos de cursos de graduação em Matemática, e, ao comentarem a respeito, afirmaram enfrentar uma série de dificuldades em seu trabalho

diário de apresentação e discussão dos conteúdos com as turmas de alunos.

(3) *Dados sobre a situação funcional do professor* – carga horária semanal, vínculo contratual com a escola (efetivo, eventual, etc.), escolas em que atua, disciplinas que ministra, outras atividades remuneradas que exerce, etc.; foi nossa opinião que o levantamento desse tipo de dados seria de suma importância para compreendermos as condições em que se dá o trabalho docente, e que são, por suas vez, as próprias condições em que se inserem as atividades de formação continuada; dito de outro modo, estava claro para nós que condições materiais e organizacionais desfavoráveis constituem sérios obstáculos à implementação de mudanças que visem à melhoria da formação docente e do ensino em geral (Giroux, 1997; Alves, 2005).

(4) *Dados sobre atividades de formação continuada das quais os professores haviam participado nos últimos três anos* – nesse item foi solicitado que o professor mencionasse cursos, palestras, oficinas e similares, dos quais tivesse participado nos últimos três anos, e emitisse opiniões a respeito deles; nossa expectativa inicial era a de que as respostas dadas fornecessem algumas pistas sobre necessidades dos professores no âmbito da formação continuada; algum tempo depois, com os dados já coletados e submetidos a análise preliminar, verificou-se que a maioria dos professores citava um pequeno número de cursos dos quais havia participado, sendo que esses cursos eram aproximadamente os mesmos e muitas vezes se tratavam dos mais recentes e de maior carga horária; não tínhamos como saber, entretanto, se os cursos em questão foram mencionados por serem os únicos disponibilizados no período, os de maior visibilidade, os mais significativos para a formação, os que estavam mais próximos na memória, etc.; além disso, os professores não fizeram críticas incisivas ou detalhadas a respeito das atividades de formação das quais tiveram oportunidade de par-

ticipar, mas, ao contrário, consideraram-nas geralmente válidas; assim, as respostas dadas também não forneceram muitos elementos para uma reflexão sobre o que poderia haver de positivo e negativo nas atividades de formação que vinham sendo oferecidas aos professores.

Esse episódio mostrou, portanto, de que maneira *o questionário apresentou limitações (quando comparado a instrumentos como a entrevista), mas, por outro lado, foi útil como ponto de partida para a formulação de novas perguntas mais específicas*.

(5) *Depoimentos dos professores sobre as fontes que utilizam para preparar suas aulas*, e sobre o material didático que é efetivamente disponibilizado aos alunos em aula; essa parte do questionário foi pensada no sentido de buscar dados que permitissem inferir se, de acordo com os professores, o ensino de Ciências e Matemática ainda permanece muito centrado no livro didático, ou se outras opções já estão ganhando terreno (Fracalanza & Megid Neto, 2006; Alves, 2005).

(6) *Depoimentos dos professores sobre estratégias didáticas que utilizam em suas aulas* – nas discussões para elaboração do questionário houve dúvidas a respeito da inclusão ou não de uma solicitação nessa linha, porque pensávamos que as descrições a serem apresentadas pelos professores poderiam não corresponder ao que de fato ocorre em aula (Estrela, 1994); no final, porém, decidiu-se manter uma questão sobre o assunto, na expectativa de que gerasse algum tipo de discurso passível de análise.

Tempos depois tínhamos em mãos as respostas ao questionário, e os depoimentos dos professores passaram por uma análise preliminar; na ocasião, os membros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, baseados em sua significativa experiência como professores, ex-professores e ou colaboradores de escolas de ensino fundamental e médio, avaliaram que *o conjunto das manifestações dos professores* (a

respeito de estratégias didáticas que utilizam) *parecia não refletir a situação predominante encontrada na rede escolar*. Tais resultados contrastaram, como veremos, com os da parte seguinte do questionário (item 7), na qual as respostas dadas nos pareceram muito mais informativas, provavelmente em razão de os professores terem se identificado significativamente com as perguntas colocadas.

(7) Depoimentos dos professores sobre *dificuldades que encontram em sua prática docente*, e sobre *a forma como a universidade poderia ajudá-los no enfrentamento dessas dificuldades*; intuímos desde o início que solicitações desse tipo tenderiam a despertar bastante o envolvimento dos professores, já que abririam um espaço para suas reclamações, críticas, apelos, sugestões, etc.; além disso, conhecer as manifestações dos professores quanto às dificuldades de seu cotidiano de trabalho e o que esperam da universidade constitui, evidentemente, um auxílio muito importante para os pesquisadores da universidade que estão envolvidos com a proposição, investigação e aperfeiçoamento de programas de formação inicial e continuada.

Mais adiante, com o trabalho de campo já concluído, verificamos que as duas últimas questões mencionadas (sobre dificuldades cotidianas e forma de a universidade ajudar) de fato pareciam ter despertado o envolvimento dos professores da amostra e, talvez em conexão com isto, provocaram respostas que consideramos bastante ricas para uma discussão sobre demandas dos professores e a interação universidade-escola.

Também foi nossa opinião que as *solicitações* descritas no item 6 (falar sobre estratégias didáticas que utiliza) e no item 7 (falar sobre dificuldades da prática docente e papel da universidade), ao possuírem características diferentes, *podem ter desencadeado condutas emocionais e intelectuais completamente distintas* entre os professores; no primeiro caso, o professor pode ter entendido que seria "vigiado", que deveria exagerar para se proteger ou "fazer bonito",

que a tarefa solicitada (listar estratégias) era desinteressante e enfadonha, etc.; no segundo caso, o professor provavelmente enxergou uma oportunidade para colocar seus desabafos e críticas, e isso talvez tenha criado uma motivação maior para a tarefa, embora o receio de se expor também possa ter estado presente, etc.

Isso nos leva a pensar sobre *a importância de que o processo de elaboração de questionários e roteiros de entrevistas inclua uma avaliação preliminar a respeito do grau de envolvimento que, em tese, diferentes tipos de questões irão gerar entre as pessoas consultadas.*

Finalizando essa discussão, cabe ressaltar o *caráter muitas vezes lacônico dos depoimentos apresentados pelos professores em suas respostas às perguntas do questionário*, confirmando uma já conhecida limitação desse tipo de instrumento de coleta de dados.

Assim, a estrutura geral do questionário utilizado na pesquisa foi a que descrevemos nos itens 1 a 7.

Interessava-nos, porém, realizar um teste-piloto desse instrumento de coleta de dados, com uma amostra reduzida de respondentes, a fim de identificar e corrigir problemas relacionados à clareza da redação das perguntas, forma das questões, sequência das solicitações, extensão do questionário, lacunas encontradas pelos entrevistadores e entrevistados, etc. (Collis & Hussey, 2005; Alves-Mazotti & Gewandsznajder, 1998; Marconi & Lakatos, 1990).

Portanto, *um questionário-piloto foi preparado*, seguindo a estrutura já decidida, e no qual se solicitava que a pessoa consultada, além de responder às perguntas propostas, colocasse também, por escrito, as diversas críticas, anotações e sugestões que desejasse fazer a respeito do questionário como um todo e das várias perguntas em particular.

Esse questionário-piloto foi aplicado em uma amostra de 10 professores de escolas públicas estaduais vinculadas à Diretoria de Ensino de Jaú (SP), e os dados obtidos foram organizados e interpretados.

Com base nesses dados, algumas alterações e ajustes foram feitos na primeira versão do questionário, disso resultando uma se-

gunda versão, que foi a versão efetivamente utilizada na consulta à amostra definitiva. Um exemplo dos ajustes então realizados foi o seguinte: em relação à questão "Sua escola adota livro didático ou algo similar para sua disciplina?", um professor convidado afirmou que, apesar de a escola receber o livro didático, através do Plano Nacional do Livro Didático, o mesmo não era utilizado pelos professores, e diante disso a questão original foi complementada com uma pergunta a mais ("Esse material é utilizado no trabalho com os alunos?").

A *segunda versão do questionário* incluiu ainda uma espécie de *carta ao professor*, na qual se explicavam brevemente os objetivos da pesquisa e os benefícios que dela se esperavam para a aproximação entre universidade e escola.

Paralelamente a isso, foi redigido *um termo de consentimento livre e esclarecido*, para uso no levantamento definitivo, através do qual os pesquisadores se comprometiam a preservar a identidade dos respondentes e das escolas, e a utilizar os dados somente para fins acadêmicos, ao passo que os respondentes manifestavam sua concordância quanto a participarem da pesquisa e quanto ao tipo de uso que seria feito dos dados.

Também quisemos que houvesse uma *autorização prévia da Secretaria Estadual da Educação para a realização do levantamento de dados*; assim, uma versão atualizada do projeto foi elaborada, contendo as explicações e justificativas a respeito da pesquisa com os professores, e também a cópia dos documentos a serem utilizados para esse fim (carta ao professor, questionário, termo de consentimento livre e esclarecido). A seguir, foram agendadas algumas reuniões entre a equipe do projeto e a equipe da Diretoria de Ensino de Bauru, por meio das quais conseguimos o cadastro do projeto dentro da programação oficial a ser desenvolvida pela Diretoria.

Nos diálogos conosco, os dirigentes regionais de ensino mostraram-se interessados em ter acesso aos dados do levantamento, e até em ficarem responsáveis pelo envio dos questionários às escolas.

Ocorreu-nos na ocasião, porém, que, se os questionários fossem enviados às escolas através da Diretoria de Ensino, diversos problemas que não estavam em nossos planos poderiam acontecer (os professores poderiam entender que a pesquisa era uma ação da Secretaria da Educação e, em função disso, responder ao questionário a contragosto e/ou de forma fictícia; não saberíamos se os questionários seriam distribuídos e devolvidos dentro dos prazos mais convenientes e de acordo com o desenho que tínhamos definido para a amostra de professores a serem consultados; não estaríamos presentes nas escolas para falar sobre a pesquisa e dialogar com os professores, etc.).

Assim, reafirmamos aos dirigentes de ensino nossa intenção inicial de comparecer pessoalmente às escolas para conversar com os professores e distribuir os questionários.

A pesquisa prosseguiu com o trabalho de campo propriamente dito, que consistiu em agendamento de visitas às escolas, comparecimento dos pesquisadores aos estabelecimentos escolares e reuniões com direção, coordenação e professores, para explicação sobre a pesquisa e distribuição dos questionários. Cinco membros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências participaram desse trabalho, e 30 escolas foram visitadas. Ao final, conseguimos a devolução de um total de 89 questionários, cada um preenchido por um diferente professor da área de Ciências ou Matemática.

As visitas para contato com os professores foram feitas nos horários institucionais de trabalho pedagógico coletivo (HTPCs), após agendamento com a direção. O objetivo disso foi (1) conseguir um encontro coletivo no qual os pesquisadores pudessem esclarecer os professores a respeito dos objetivos e características da pesquisa; (2) conseguir, quando possível, que os professores respondessem os questionários de imediato e os devolvessem em seguida, evitando assim a dificuldade de ter que retornar várias vezes à escola para recolher questionários entregues em datas diferentes; (3) evitar que a distribuição e recolhimento dos questionários ficasse a cargo de diretores e coordenadores, pois isso poderia não apenas dificultar ou atrasar a obtenção dos questionários preenchidos, mas

até inviabilizar a coleta de dados, caso a autoridade escolar – alguns de nós já havíamos presenciado episódios desse tipo – "engavetasse" a pesquisa.

No processo de trabalho de campo defrontamo-nos com diferentes tipos de situações.

Alguns professores e membros das equipes de direção e coordenação reagiram de forma negativa à solicitação de participação na pesquisa; em um ou outro caso houve docentes que inclusive se recusaram a responder aos questionários, alegando a falta de retorno da universidade em situações similares ocorridas anteriormente; além disso, houve uma escola em que a direção só autorizou a realização da pesquisa após o Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências ter oferecido um seminário para os professores durante a semana de planejamento anual da unidade escolar.

Ao final, entre as 30 escolas visitadas, houve 8 (27%) que, mediante diferentes justificativas, não deram uma resposta positiva que autorizasse a aplicação dos questionários, de modo que a amostra definitiva ficou composta por professores vinculados a um total de 22 escolas participantes (73%).

Pareceu-nos que as queixas dos professores contra a universidade, explicitadas ou insinuadas, tinham a ver com a sensação de que a instituição de ensino superior os "usava" para a realização de pesquisas e, depois, simplesmente abandonava o ambiente escolar, sem oferecer nada em troca.

Como exemplo dessa relação unilateral, os professores citaram casos em que eles, apesar de terem colaborado com a universidade em ocasiões anteriores, foram sumariamente "barrados" em processos seletivos para ingresso em programas de mestrado e doutorado.

Alguns docentes também afirmaram que não estavam dispostos a participar de cursos e palestras na universidade se não houvesse *a oferta de certificados* que contribuíssem para sua evolução funcional.

Coincidentemente com essas falas dos professores durante as visitas às escolas, apareceram depois, nas respostas às perguntas do

questionário, várias críticas à atitude assumida pela universidade. Tais críticas foram visíveis, por exemplo, nos depoimentos sobre o modo como a universidade poderia ajudar:[9]

> Sabendo o que é de fato um escola pública, com projetos simples e possíveis, e não somente quando "vão" mudar de *status* (mestrado,doutorado, livre-docência) e nos procuram para as suas pesquisas acadêmicas. (Professor 28C)

> O abismo que separa a IES [universidade] e a Epu [escola pública] é gigante e não vejo interesse das IES em tapar o abismo, o que vejo é a distância aumentar cada vez mais. (Professor 29A)

> Discutindo com os professores das escolas públicas e buscando formas para melhorar o ensino nas escolas públicas e não ficando apenas no levantamento de dados e nas discussões entre os pesquisadores. (Professor 26A)

> Trabalhando em conjunto com eles (na escola) e não fazendo discurso. (Professor 01B)

Uma parte considerável dos professores consultados através do questionário (20%) mencionou a necessidade de diminuir a distância entre o trabalho feito pela universidade e a realidade da escola. Entendemos que essa opinião está afirmando, entre outras coisas, que a teoria produzida pela universidade (conhecimentos acadêmicos em educação e ensino) tem em geral pouca utilidade para a melhoria do ensino, talvez por ser inadequada. Além disso, as manifestações dos professores parecem às vezes se aproximar daquilo que Porlán & Rivero (1998) referiram como "concepção artesanal" da aprendizagem da docência, ou seja, a ideia de que os conhecimentos de natureza prática e fenomenológica são os únicos realmente importantes para o exercício profissional (um exemplo

9. Os professores estão identificados somente por um código de referência que permita correlacionar os diversos relatos e opiniões de uma mesma pessoa.

nessa linha é o comentário do professor 09E, de que a universidade poderia ajudar "Participando do cotidiano escolar com frequência objetivando conhecer e acompanhar as verdadeiras condições e mudanças").

Tardif (2004) discute a interação conflituosa entre universidade e escola destacando as diferenças significativas que existem entre os objetivos e preocupações de cada uma das duas instituições envolvidas, e *a necessidade de que tanto pesquisadores universitários como professores de escola se esforcem para abandonar determinadas pretensões e chegar a um entendimento produtivo*.

Assim, levando a discussão para os exemplos citados pelos professores, parece importante que se produza uma compreensão mais clara acerca de pontos como os seguintes: (a) a existência da pesquisa acadêmica não faz sentido se essa pesquisa não for capaz de gerar retorno social em algum momento próximo ou futuro; (b) a falta de reconhecimento social e valorização econômica do trabalho do professor é um problema que possui diversas facetas e tem consequências bastante negativas para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária; (c) o objetivo imediato dos cursos de mestrado e doutorado não é a formação continuada de professores ou a ascensão social dos alunos matriculados, e sim a formação de pesquisadores e a produção de conhecimentos; (d) a teoria e a prática não são entendidas hoje como duas peças independentes ou entre as quais se estabelecem relações mecânicas e unidirecionais, etc.

Conforme explicado anteriormente, os pesquisadores tentaram conseguir que os professores preenchessem os questionários no próprio momento do encontro coletivo para esclarecimento sobre a pesquisa.

Em algumas escolas, porém, os professores preferiram responder ao questionário posteriormente, e nos avisar sobre quando poderíamos retornar para recolher o material. Preocupados que estávamos em não criar entraves para o trabalho de campo, aceitamos essas propostas (de devolução futura), mas a consequência é que houve casos em que os questionários preenchidos foram devolvidos somente após um, dois e até mesmo *quatro meses*.

Em uma das escolas visitadas, a distribuição dos questionários precisou ser feita pelas coordenadoras pedagógicas, e também nesse caso o retorno do material foi relativamente demorado (mais ou menos um mês).

Assim, calculamos que, no total, a conclusão do levantamento estendeu-se cerca de seis meses a mais do que o previsto no início, principalmente em razão da dificuldade em obter os questionários de volta.

Entendemos, consequentemente, que foi acertada a nossa decisão de *tentar evitar ao máximo a "terceirização" de determinadas providências necessárias ao desenvolvimento do trabalho de campo*.

Por outro lado, situações facilitadoras da pesquisa também foram encontradas.

Em muitas das escolas houve boa acolhida aos pesquisadores, mostrando que uma parcela considerável das equipes escolares está aberta ao contato com a universidade e entende como importante a realização de pesquisas na área de ensino.

Destacou-se também, nos dados dos questionários, a expressiva porcentagem dos professores que mencionou seu *interesse por cursos, oficinas, capacitações* e continuidade dos estudos em nível de pós-graduação (19%).

O contato com os professores nas escolas sugeriu ainda que um fator relevante de aproximação entre os docentes consultados e a universidade tem sido o oferecimento semestral dos Ciclos de Seminários do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (UNESP/Bauru). Esses ciclos, que funcionam há muitos anos como projeto de extensão permanente, divulgam e debatem pesquisas acadêmicas recentes sobre ensino de Ciências e Matemática, em encontros semanais que reúnem num mesmo local os autores das pesquisas focalizadas e cerca de quarenta professores da escola básica. Durante as visitas às escolas, vários professores relataram a importância dos Ciclos de Seminários em sua formação continuada, sugerindo que *a existência de ações de extensão dessa natureza contribui de forma bastante destacada para o reconhecimento e imagem positiva da universidade, e para*

que os resultados das pesquisas sejam divulgados externamente à academia.

Em síntese, *a relação entre universidade e escola* vem sendo marcada por uma variedade de problemas, mas *em diversos casos engendra experiências positivas, fazendo-se necessário que os caminhos que se vislumbram sejam explorados e desenvolvidos*, inclusive com a busca das formas mais adequadas de parceria e trabalho colaborativo.

Para finalizar essa breve descrição da pesquisa desenvolvida, cabe lembrar que os dados provenientes das respostas ao questionário foram armazenados em um banco digital capaz de realizar o cruzamento de diferentes tipos de informações, segundo diferentes critérios. Esses dados, uma vez disponíveis, foram organizados e interpretados com o auxílio de vários procedimentos, dentre eles a análise de conteúdo (Bardin, 1977; Bogdan & Biklen, 1994; Alves-Mazotti & Gewandsznajder, 1998).

Mostramos a seguir uma visão geral de alguns resultados obtidos com a aplicação dos questionários, mais especificamente no que tange à solicitação de que os professores comentassem as dificuldades da prática cotidiana e a maneira como a universidade poderia ajudá-los. Essa visão geral será apresentada como *um exemplo daquilo que foi levantado ao longo da pesquisa* e, conforme explicado na "Introdução", não receberá, aqui, um aprofundamento de análise, visto que o espaço disponível é limitado, e que o esmiuçamento dos dados está previsto para ser feito em publicações posteriores.

Visão geral de alguns resultados obtidos com a aplicação dos questionários

Apresenta-se nesta seção uma síntese das respostas obtidas para duas perguntas do questionário.

Em cada caso, transcreve-se a pergunta exatamente como foi feita para os professores, e em seguida se listam as principais ideias que emergiram do material após a análise dos dados.

Pergunta: Quais as principais dificuldades que você encontra em sua prática docente?

Síntese das respostas dadas (89 professores consultados)

1. *Atitudes negativas por parte dos alunos* (53%)
   - 1.1 Falta de interesse, apatia, falta de participação, desmotivação (39%)
   - 1.2 Indisciplina (19%)
   - 1.3 Falta de estudo, falta de responsabilidade, falta de compromisso, falta de esforço (12%)

2. *Condições materiais e organizacionais precárias do sistema escolar* (43%)
   - 2.1 Condições materiais precárias (29%)
     - 2.1.1 Falta de materiais, equipamentos, recursos (24%)
     - 2.1.2 Precariedade das instalações físicas das escolas (8%)
   - 2.2. Condições organizacionais precárias (17%)
     - 2.2.1 Número excessivo de alunos por turma (11%)
     - *2.2.2 Dificuldades ligadas às características da jornada de trabalho* (7%)
     - 2.2.3 Falta de recursos humanos de apoio (3%)
   - 2.3 Outras observações (3%)

3. *Respostas que identificam dificuldades específicas de alunos e professores durante o processo de ensino e aprendizagem*, colocando foco na dimensão didática propriamente dita (22%)
   - 3.1 Respostas que identificam dificuldades dos alunos em relação a determinados conteúdos de ensino (14%)
   - 3.2 Respostas que identificam necessidades formativas dos professores (10%)

4. *Respostas que buscam algum tipo de explicação para as dificuldades ou atitudes negativas manifestadas pelos alunos* (39%)
    4.1 Falta de base dos alunos (16%)
    4.2 Falta de apoio por parte dos pais (15%)
    4.3 Malefícios da progressão continuada (3%)
    4.4 Dificuldade de concentração dos alunos (3%)
    4.5 Dificuldades decorrentes das próprias características das disciplinas e conteúdos (3%)
    4.6 Fatores sociais e culturais (3%)

5. *Falta de apoio por parte dos pais; falta de estrutura familiar* (15%)

6. *Afirmou não enfrentar dificuldades ou não respondeu* (6%)

7. *Observações diversas das anteriores* (2%)

Pergunta: De que forma as universidades poderiam estar ajudando os professores a enfrentarem essas dificuldades [citadas na questão anterior]?

Síntese das respostas dadas (89 professores consultados)

1. *Oferecendo palestras, oficinas, orientações e cursos* (de extensão, aperfeiçoamento, capacitação, etc.) (36%)

2. *Ações da IES que supram a falta de infraestrutura e recursos humanos na escola* (36%)

3. *Diminuir a distância entre o trabalho feito pela IES e a realidade da escola* (20%)

4. *Incentivo aos estudos, incluindo a oportunidade de acesso a cursos de pós-graduação* (19%)

5. *Apresentação de propostas para aplicação em aula e melhoria do ensino* (18%)
6. *Auxílio referente ao desenvolvimento de ações específicas no trabalho com os alunos* (18%), tais como:
   10.1 aulas práticas (11%);
   10.2 uso da informática (3%);
   10.3 atividades com jogos e brincadeiras (3%);
   10.4 outras (2%).
7. *Trabalho conjunto entre profissionais da IES e da escola* (14%)
8. *Estagiários ou monitores auxiliando o professor* (13%)
9. *Não respondeu ou afirmou não saber* (13%)
10. *Apresentação de propostas que ajudem a combater o problema da desmotivação e da indisciplina entre estudantes* (13%)
11. *Divulgar os resultados das pesquisas* (7%)
12. *Disponibilizar cursos e profissionais da área de Psicologia* (7%)
13. *A ajuda que a IES pode oferecer é pouca ou nenhuma* (4%)
14. *A IES deveria reivindicar em favor da escola* (3%)
15. *Fornecer capacitação para os gestores e para os professores de 1ª à 4ª séries* (3%)

Referências bibliográficas

ALVES, G. L. *O trabalho didático na escola moderna:* formas históricas. Campinas: Autores Associados, 2005.

ALVES-MAZOTTI, A., GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais:* pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo.* Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R., BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

COLLIS, J., HUSSEY, R. *Pesquisa em administração:* um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ESTRELA, A. *Teoria e prática de observação de classes:* uma estratégia de formação de professores. 4.ed. Porto: Porto Editora, 1994.

FRACALANZA, H., MEGID NETO, J. (Org.). *O livro didático de ciências no Brasil*. Campinas: Komedi, 2006.

GIROUX, H. A. *Os professores como intelectuais:* rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MARCELO GARCÍA, C. *Formação de professores:* para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1990.

PORLÁN, R., RIVERO, A. *El conocimiento de los profesores:* una propuesta formativa en el área de ciencias. 1.ed. Sevilha: Díada, 1998.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

5

Quando os museus de ciências tornam-se espaços de formação docente

Daniel Fernando Bovolenta Ovigli[1]
Denise de Freitas[2]
João José Caluzi[3]

Introdução

A educação desenvolvida em âmbito extraescolar, como em museus de ciências, tem sido objeto de discussão em diversas teses e dissertações defendidas no Brasil. As investigações empreendidas nesse campo têm tratado, na maioria das vezes, de aspectos referentes a processos de aprendizagem nesses espaços (Gaspar, 1993), o discurso expositivo (Almeida, 1995; Marandino, 2001; Fahl,

1. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* danielovigli@yahoo.com.br.
2. Universidade Federal de São Carlos – Centro de Educação e Ciências Humanas/Campus de São Carlos. Docente do Departamento de Metodologia de Ensino e do Programa de Pós-Graduação em Educação. *e-mail:* dfreitas@ufscar.br.
3. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Docente do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* caluzi@fc.unesp.br.

2003; Chelini, 2006) e a relação museu-escola (Bejarano, 1994; Martins, 2006; Sápiras, 2007).

Nos últimos vinte anos, tais espaços se configuram como uma possibilidade adicional de aproximação entre ciência e o público em geral (Marandino et al., 2008). Esse movimento possibilita lançar um novo olhar sobre a experiência de aprendizagem nesses espaços. O Brasil, entretanto, ainda se insere de modo incipiente nas pesquisas que consideram museus de ciências como espaços educativos extraescolares, embora a produção científica da área tenha crescido de forma considerável. Pesquisas que abordem o mediador[4] e seu trabalho nesses espaços, no entanto, são escassas (Mora, 2007). Ao considerar a experiência de mediação como um processo formativo não apenas para os públicos que visitam os museus de ciências, mas também para futuros professores da área científica, verifica-se que o número de trabalhos que contemplam a mediação na formação docente inicial é ainda mais restrito.

As possibilidades formativas propiciadas por um centro de ciências, bem como o fato de que tais espaços são contemplados ainda de forma incipiente nos currículos de formação de professores de ciências, nos levaram a investigar os saberes que podem se fazer presentes nessa experiência extraescolar, em um contexto de formação inicial.

Museu, interação e formação docente

Nos últimos anos, diversos autores têm discutido os diferentes espaços educativos que contribuem para a formação do cidadão. Além da escola, "hoje existem variados lócus de produção da informação e do conhecimento, de criação e reconhecimento de identidades e de práticas culturais e sociais" (Marandino, 2002, p.1).

4. Neste trabalho, optou-se pelo termo "mediador", aqui entendido, de modo geral, como a pessoa que efetiva o diálogo entre as atividades oferecidas pelo museu ou centro de ciências e o visitante.

> A escola deixou de ser o único lugar de legitimação do saber, já que existe uma multiplicidade de saberes que circulam por outros canais, difusos e descentralizados. Esta diversificação e difusão do saber por fora da escola é um dos desafios mais fortes que o mundo da comunicação propõe ao sistema educativo. (Martín-Barbero, 2002, p.7)

Marandino (2002) diz que no campo da educação científica esse fato tem sido marcante, particularmente pelo crescimento do movimento de divulgação científica por meio de jornais, revistas, vídeos e o aumento do número de espaços extraescolares, como museus e centros de ciências. A autora também destaca que esse movimento teve início no Brasil na década de 1960, resultado de uma "preocupação da comunidade científica e de educadores/divulgadores da ciência com o letramento científico do cidadão e, ao mesmo tempo, por uma demanda da sociedade por esses novos espaços de informação" (p.1).

A educação escolar (formal), portanto, tem sido complementada ou acrescida de uma educação extraescolar (não formal), que de certa forma tem oferecido à sociedade o que a escola pode não oferecer (Gaspar, 1993): aí estão incluídos museus de ciências. Esses espaços permitem suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros meios, conhecidos por estimular e complementar o aprendizado (Vieira et al., 2005). Ribeiro & Frucchi (2007) afirmam que, desde os primórdios de sua fundação, os museus estimulam a curiosidade, pois tratam de temáticas pouco conhecidas pelas pessoas em geral. Tais temáticas incluem "exposições de representantes da fauna e da flora, reproduzindo seu *habitat* natural, coleções de espécies raras, equipamentos e outros objetos usados em laboratórios de pesquisa de biologia, química, física, astronomia, artefatos étnicos, acervos arqueológicos, dentre tantos outros" (p.69). Gruzman & Siqueira (2007) consideram o museu de ciência um "espaço privilegiado para a articulação dos

aspectos afetivos, cognitivos, sensoriais, do conhecimento concreto e abstrato, bem como da produção de saberes" (p.412).

Nesse movimento de valorização das visitas a tais espaços é que foram estruturados os primeiros serviços educativos no interior dessas instituições. Direcionados inicialmente para o atendimento do público escolar, contavam com recursos humanos pouco especializados em atividades pedagógicas. As visitas, em sua grande maioria, eram guiadas pelos próprios curadores das exposições, profissionais também encarregados de zelar por elas e estudá-las. "Sendo especialistas no assunto, os curadores enfrentavam desafios para divulgar seu conhecimento ao público. Já os professores das escolas desconheciam as especificidades desses locais, um fator limitante quanto à utilização das coleções dos museus" (Marandino et al., 2008, p.9).

Na atualidade se reconhece a importância que a figura do mediador assume nesses espaços, considerando que sua atuação como tradutor verbal das diferentes linguagens presentes no museu visa favorecer a aproximação do público com a exposição e, por conseguinte, do museu. Além disso, o reconhecimento e a valorização do papel da mediação como a componente humana desses espaços, aponta a mudança de enfoque que tem acontecido nessas instituições, particularmente as de temática científica: "do conteúdo, do objeto, da técnica, para o homem, para o público, com sua sensibilidade, suas referências culturais, suas demandas de informação, de conhecimento científico e tecnológico, sua necessidade de sentir-se inserido/incluído nesse contexto" (Ribeiro & Frucchi, 2007, p.68). Essas autoras concluem seu texto dizendo que, "independente de ser chamado monitor, técnico, estagiário, comunicador, o mediador é, sem dúvida, um educador não formal" (p.74).

Ante o exposto, verifica-se que questões educacionais vêm se ampliando e delineando a função social dos museus de ciências, colaborando no processo de alfabetização científica da população. Na maioria das vezes cabe aos mediadores o papel de desenvolver os objetivos educacionais desses espaços, aproximando o museu dos públicos. Há, porém, algumas lacunas em sua formação, conside-

rando a inexistência de um curso específico para sua atuação. "Estes mediadores são oriundos de diversas áreas de saberes formais e aprendem a desenvolver sua função no dia a dia uma vez que não existe uma formação própria para mediadores de museus de ciência e tecnologia" (Soares, 2003, p.8). Enquanto instâncias educativas, os museus de ciências podem em muito contribuir para a formação docente em ciências, em especial no que diz respeito a ações de alfabetização científica que ocorrem nesses espaços. Marandino (2003) afirma que a formação continuada de professores constitui-se numa prática que vem se estabelecendo no rol das ações educativas de museus de ciências em sua articulação com outras instâncias de caráter formal. Entretanto, quanto à participação das mesmas na formação inicial do professor, a referida autora diz:

> algumas iniciativas tomam corpo e começam a ser alvo não só de práticas, mas também tema de investigação na área de educação em ciência. Experiências que articulam as universidades, os museus de ciência e a escola se configuram como novos espaço-tempo na formação de professores [...] (p.66)

Considerando a importância dos museus de ciências no processo educativo, Chagas (1993) ressalta a importância de os futuros professores terem formação para atuar nesse intercâmbio entre o espaço escolar e o extraescolar. A autora reafirma a necessidade de desenvolver nos professores habilidades para utilizar e explorar os recursos do museu visando à melhoria da formação científica de seus alunos. Para ela, essa formação pode ser oferecida durante os cursos de formação docente em sua fase inicial ou, ainda, em cursos de formação continuada.

Há que se reconhecer que não existem "receitas" ou padrões a ser seguidos por aqueles que desejam atuar como mediadores em espaços extraescolares. Há, entretanto, como teorizar sobre tais saberes considerando o paradigma do professor artista-reflexivo (Queiroz et al., 2002; Silva, 2009). A esse respeito, Queiroz e colaboradores (2002) dizem que os mediadores atuantes em museus e

centros de ciências poderão tornar-se "capazes de trazer, para o seu cotidiano profissional, elementos teóricos prévios, sem deixar de lado a criatividade nas situações novas que estarão sempre presentes em virtude da complexidade inerente a visitas a museus" (p.86), o que também é adequado a licenciandos-mediadores.[5]

Queiroz e colaboradores (2002) identificaram e caracterizaram os saberes da mediação humana no Mast.[6] Nesse trabalho, os autores investigaram a ação dos mediadores na apresentação de exposições permanentes daquele museu, ressaltando que a mediação humana nesses espaços requer um "saber com dimensões peculiares: *o saber da mediação*".

Como não há formação própria para mediadores desses espaços, ela ocorre no próprio ambiente de trabalho e lhes oferece múltiplas possibilidades à criatividade. Os autores citam as "diferentes formas de talento artístico profissional" (Schön, 1992) para fundamentarem-se na identificação dos saberes da mediação humana nesses espaços.

As duas primeiras categorias de saberes indicadas a seguir fundamentam-se na pesquisa educacional mais ampla e na pesquisa em educação científica. A terceira categoria é proveniente de pesquisas educacionais desenvolvidas nos próprios museus. Também com base nos conhecimentos construídos na prática diária de mediação é que o mediador poderá teorizar sobre esses conhecimentos e aplicá-los a novas situações.

I) Saberes compartilhados com a escola

Disciplinar: conhecer o conteúdo da ciência pertinente à exposição a ser mediada.

Transposição didática: saber transformar o modelo consensual/ pedagógico de forma a torná-lo acessível ao público.

---

5. Termo utilizado para designar os licenciandos que também atuam como mediadores no museu de ciências no qual esta investigação foi desenvolvida.
6. Museu de Astronomia e Ciências Afins, localizado na cidade do Rio de Janeiro.

Linguagem: adequar a linguagem aos diferentes tipos de público que visitam o museu.

Diálogo: estabelecer uma relação de proximidade com o visitante, valorizando o que ele sabe, formulando questões exploratórias gerativas de modelos mentais e dando um tempo para que o visitante exponha suas ideias.

II) Saberes compartilhados com a escola no que se refere à educação científica

História da ciência: conhecer o conteúdo da história da ciência pertinente à exposição a ser mediada, distinguindo-o do conteúdo da ciência vigente.

Visão de ciência: conhecer aspectos da ciência que dizem respeito à origem do conhecimento científico, aos processos de construção do conhecimento científico (incluindo suas mudanças), e ao *status* do conhecimento científico em relação a outros conhecimentos humanos (critérios de demarcação).

Concepções alternativas: conhecer algumas concepções alternativas ao conhecimento cientificamente aceito, apresentado nas exposições, e saber como explorá-las.

III) Saberes característicos da mediação em museus

História da instituição: conhecer a história da instituição que abriga a exposição.

Interação com professores: lidar com os professores que acompanham seus alunos ao museu.

Conexão: conectar os diferentes espaços de uma mesma exposição ou trilha e conectar diferentes aparatos de um mesmo espaço.

Ambientação: saber dos aspectos ambientais das exposições, tais como luz, cor, estilo do mobiliário, etc.

História da humanidade: saber situar a temática da exposição num contexto histórico-social mais amplo.

Expressão corporal: usar o seu corpo e fazer o visitante usar o próprio corpo na simulação de fenômenos representados nas exposições do museu.

Manipulação: deixar o visitante manipular livremente os aparatos e, quando necessário, propor formas de uso próximas da idealizada.

Concepção da exposição: saber das ideias das pessoas que idealizaram, planejaram e executaram a exposição, o que inclui o saber da tendência pedagógica da exposição.

Soares (2003) afirma que "os saberes da mediação humana em museus de ciência e tecnologia é um campo pouco explorado" (p.3). Diante desse panorama, objetivamos investigar as competências, conhecimentos e habilidades ocorrentes na prática da mediação e suas contribuições à formação inicial dos licenciandos investigados, a partir do referencial proposto por Queiroz e colaboradores (2002) no contexto do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC/USP), campus São Carlos.

Os caminhos da investigação

Para a obtenção dos dados aqui analisados foram realizadas entrevistas semiestruturadas e observações das interações mediador/visitante com três licenciandas-mediadoras (M1, M2 e M3) atuantes no museu de ciências supracitado, o que caracteriza esta investigação como sendo de natureza qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994). As observações das mediações na ação, desenvolvidas no CDCC/USP em sua área interna ("Sala de Física" e "Espaço Vivo de Biologia") e externa ("Jardins da Percepção") foram realizadas durante visitas escolares, audiogravadas e posteriormente transcritas, visando ao mapeamento dos saberes manifestos pelas licenciandas-mediadoras. Também se optou por realizar entrevistas semiestruturadas, ou seja, guiadas por questões mais gerais referentes ao foco do estudo. Segundo Laville & Dionne (1999), esse tipo de entrevista caracteriza-se pela utilização de um guia mais aberto e flexível, o que possibilita ao entrevistador coletar dados

relativos a dimensões inesperadas referentes à situação investigada. Nesta investigação, as entrevistas possibilitaram o aprofundamento do que fora observado durante as visitas acompanhadas pelo pesquisador. O material empírico foi submetido a um processo de análise textual discursiva, por meio do qual os dados são interpretados em relação aos significados que o pesquisador atribui a eles pautado na literatura. Moraes (2003) afirma que é importante considerar que qualquer leitura é sempre realizada a partir de uma fundamentação teórica, pois "é impossível ver sem teoria; é impossível ler e interpretar sem ela" (p.193).

Mapeando os saberes da mediação humana no CDCC/USP

Os excertos aqui analisados por vezes apresentam mais de um saber nele imbricado. No entanto, o trecho foi transcrito na íntegra de forma a preservar a fala do mediador e destacar o(s) saber(es) em questão, tendo em vista o quadro teórico acima caracterizado. Uma descrição completa dos saberes da mediação humana no CDCC/USP encontra-se em Ovigli (2009).

I) Saberes compartilhados com a escola

Na situação exemplificada a seguir, M3 apresenta o gerador de Van der Graaf a um grupo de estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola privada.

> *O que acontece? Alguém já ouviu falar que os opostos se atraem? E os iguais se repelem? É isso mesmo que tá acontecendo: as cargas todas de sinais iguais, todas negativas, então elas tendem a ficar longe uma da outra e no nosso corpo elas vão pras pontas, pras pontas dos dedos, dos dedinhos, pras pontas dos cabelos, por isso que começa a arrepiar os cabelos, porque as cargas tão tentando ficar longe umas das outras. Por isso nosso cabelo arrepia.*

Nesse excerto, M3 utiliza os diferentes saberes pertinentes à educação escolar, em especial o saber do diálogo e da linguagem. A utilização constante de perguntas e as curiosidades suscitadas pelo experimento em questão fazem com que, a todo momento, os jovens questionem a mediadora. Nesse sentido, os licenciandos-mediadores também desenvolvem atividades que envolvem e despertam diferentes emoções e sentimentos dos públicos. Em seu trabalho cotidiano consideram os sentimentos e emoções inerentes aos diferentes públicos, encontrando sentidos para as falas, posturas, gestos e olhares. Tais indicativos sinalizam a melhor forma de abordagem, mobilizada durante sua ação, para que selecionem determinado estímulo, para que possam trabalhar uma determinada informação que surgiu no decorrer da ação. Um exemplo se faz presente quando M1 utiliza as perguntas dos estudantes para conduzir uma situação no "Espaço Vivo de Biologia".

> *Se vocês olharem ali, tá vendo? Assim como ali a falsa coral tem a pele que ela soltou, as aranhas também trocam de pele. Vocês já viram cigarras nas árvores? Também é um exoesqueleto. [...] Chegando mais próximo tem uma aranha pequena aqui, essa é a viúva-negra.*

Como não há formação própria para mediadores de museus de ciências, sua formação ocorre no próprio ambiente de trabalho e lhes oferece múltiplas possibilidades à criatividade. A construção dessas competências e habilidades individuais, dentro de uma proposta de educação não formal, ocorre em um meio que lhes oferece flexibilidade de criação e desenvolvimento de estilos. Queiroz e colaboradores (2002) citam as "diferentes formas de talento artístico profissional" (Schön, 1992) para fundamentar-se na identificação dos saberes da mediação humana nesses espaços, caracterizando-os como potencialmente formativos para as licenciaturas.

II) Saberes compartilhados com a escola no que diz respeito à educação científica

Na situação descrita a seguir, M3 atua durante visita de um grupo de alunos de ensino médio de uma escola privada à "Sala de Física". Ao apresentar os objetivos da visita, a mediadora questiona os estudantes, tentando caracterizar a visão de senso comum sobre ciência por eles apresentada, para, em seguida, discutir a proposta dos "Jardins da Percepção" do CDCC em sua área externa (utilização dos sentidos para percepção da ciência presente nos aparatos interativos).

> *O que é o trabalho de um cientista? Produzir ciência, não é? E qual é a ideia que a gente tem de cientista? Louco, no laboratório, vive no mundo da Lua, e na verdade não é nada disso: ciência é uma construção, são várias pessoas, várias pessoas fazendo um produto, criando a ciência, nós vamos ver isso aí [...] Daí nós vamos usar os nossos sentidos. Nós temos cinco sentidos, não é isso? Esses são fáceis, né, vamos falar?*

M3 também lança mão da história da ciência em diversos momentos, visando à contextualização de cada aparato presente na exposição, contribuindo para resgatar o caráter histórico do conceito tratado no aparato e, por conseguinte, a componente humana envolvida no processo de construção do conhecimento científico.

> *Vocês já ouviram falar de Boyle, em Química? Ele fez um experimento assim: ele pegou um tubo, tirou todo o ar lá do tubo e colocou um despertador lá dentro. E ele viu que o despertador vibrava, mas ele não escutava, por quê? Porque ele tinha tirado o ar de lá de dentro, tinha feito uma espécie de vácuo lá dentro. O despertador tocava, ele via vibrando, mas não ouvia. Daí ele chegou à conclusão de que as ondas são mecânicas, elas precisam de um meio pra se propagar. Aqui conversando, nós estamos movimentando o ar em todo canto, um monte de onda, tem uma piscina de ar aqui, só que a gente não consegue sentir pelo tato, a gente não consegue sentir por outros sentidos que não a audição. O nosso tímpano vibra e a gente escuta,*

a gente percebe as ondas sonoras pelo nosso sentido que se chama audição, tá?

As concepções alternativas, ainda bastante recorrentes na educação em ciências, também se fazem presentes em ambiente extraescolar, a exemplo da situação relatada por M1 durante a entrevista. Sua fala também expressa o papel do mediador na reconstrução de concepções alternativas dos visitantes, ressaltando a relevância que tais espaços vêm assumindo no tocante à alfabetização científica da população (Cazelli, 1992):

a pessoa acredita que a aranha passando em você liberou veneno, que é um mito. A partir do momento que você fala: "Não, a aranha só libera veneno pela quelícera, ao redor da boca", você já quebrou um mito, acrescentou aquilo pra pessoa.

Estudos realizados por Fensham (1999) apontam que o conhecimento que o público adulto tem sobre temas científicos provém, em grande medida, da ação da divulgação científica, que inclui os museus e centros de ciências. Assim, as parcerias entre museu, escola e universidade configuram-se como estratégias para possibilitar à população o acesso aos conhecimentos científicos.

III) Saberes característicos da mediação em museus

O saber referente à história da instituição não perpassa a visita inteira como os anteriormente descritos. As licenciandas-mediadoras, ao receberem o público escolar, fazem uma exposição sobre a história do CDCC, ainda que de forma incipiente, visto que se referem a características meramente informativas sobre o prédio e sua história, a exemplo de M2 no excerto que segue.

O CDCC é um centro de divulgação de ciência e de cultura e esta sala [Sala de Física] é a primeira sala de exposição que surgiu, aqui o prédio do CDCC já foi usado como escola, escola de italianos, depois se tornou a escola de Engenharia e depois que a escola de Engenharia

> *foi lá pra USP aqui se tornou o centro de divulgação de ciência e cultura. E o primeiro espaço de exposição que surgiu então foi este, são objetos um pouco antigos por causa disso. O Espaço de Física em que nós estamos e vamos apresentar pra vocês.*

As diferentes temáticas presentes no espaço do museu, articuladas com o tema da exposição permanente ("Jardins da Percepção") possibilitam conexões, como a descrita abaixo, ocorrida no "Espaço Vivo de Biologia", ocorrida com M3.

> *Pessoal, aqui nós temos dois ambientes de simulação de tipos de vegetação. Aqui nós tentamos simular um cerrado, mas que que aconteceu? A gente não conseguiu manter todas as características. Num cerrado de verdade, os troncos são bem mais tortuosos, é bem mais grosso. Por quê? Porque a gente tá falando de um lugar seco, mas o que permaneceu são as folhas, as folhas grossas, são meio impermeáveis, elas têm que guardar água, né, e lá atrás estão os animais.*

O saber da história da humanidade aparece muitas vezes junto à história da instituição ou à história da ciência, como no excerto já mencionado no qual M3 fala sobre Boyle. A exploração dos aspectos ambientais da exposição, em especial dioramas e luzes, apresenta-se como um recurso de grande valia na mediação, visando à motivação e despertar da curiosidade dos visitantes, como é o caso de um visitante que perguntara a M1 por que o expositor sobre formigas estava "escuro". Ela, em seguida, problematiza: "*Por que que estava apagado, toda a sala tava iluminada, justo essa vitrine estava apagada?*".

O saber da expressão corporal é particularmente interessante ao considerar os Jardins da Percepção do CDCC, cuja proposta fundamenta-se no uso dos sentidos. Um exemplo faz-se presente quando da exposição de diferentes crânios, em que se objetiva identificar aquele característico da espécie humana. Ao comparar os diferentes crânios que compõem a área de exposição, M1 pergunta: "*Qual desses crânios aqui vocês acham que é do ser humano?*".

As crianças, ao apontarem erroneamente o crânio relativo ao ser humano, são orientadas pela mediadora: "*Passa a mão assim na sobrancelha*", visando à identificação do crânio humano. Além disso, os visitantes são chamados a interagir com a exposição em outros aparatos, como no caso dos tubos sonoros, a percepção de temperatura e a noção de relatividade, o que também remete ao saber da manipulação, o qual exige sensibilidade por parte do mediador acerca de como agir. A esse respeito, diz M2:

> *Essa sensibilidade de conhecer as pessoas e saber como eu posso falar o mesmo conteúdo de várias formas, eu só consegui aqui, se eu não tivesse passado por aqui, se eu não tivesse trabalhado [...] será que eu sei explicar? Eu falo, será que as pessoas entendem o que eu falo? [...] Será que eu sei conteúdo suficiente pra poder explicar pra uma pessoa? Então acho que essa experiência só consegui porque eu tava trabalhando aqui [...] São coisas que eu acho que eu estou um pouco mais tranquila.*

É nesse sentido que, para um melhor aproveitamento dos potenciais didáticos da exposição, faz-se necessário o saber da concepção da exposição. Trata-se de um saber apontado nas entrevistas como necessário, embora não seja evidente nas mediações.

> *eu acho que mudou bastante a forma como eu desenvolveria uma aula se eu não tivesse trabalhado aqui e trabalhado aqui. Isso de ter esse jogo de cintura, de saber que nem todos aprendem do mesmo jeito, que conteúdo é importante, mas que é preciso essa assimilação, que é preciso associar... é lógico que quando você quer ser professor você sabe da importância disso, você sabe de tudo isso, mas trabalhar aqui no CDCC favorece o desenvolvimento dessas habilidades, né, então isso tudo foi graças a trabalhar aqui. (M2)*

Nas visitas acompanhadas pelo pesquisador, percebeu-se que o professor acompanhante assume uma postura passiva na maioria das vezes, cabendo ao mediador a condução da visita na quase totalidade de seu tempo de duração e poucas vezes há intervenção do

professor. M2, no entanto, ao discorrer sobre a utilização de atividades extraescolares por parte dos professores visitantes, evidencia movimentos de aproximação com professores da educação básica, o que também pode configurar-se como ferramenta formativa para os licenciandos.

> *o que a gente tem conversado com os professores que vêm aqui é que eles têm um currículo apertado, muito conteúdo pra dar e que os alunos são muito indisciplinados, então que algumas coisas eles não fazem porque os alunos não se comportam direito e o que eles falam também é essa questão, ultimamente que eles têm falado, é que os conteúdos estão muito apertados, está difícil dar todo o conteúdo.*

Atuando como artistas-reflexivos, esses mediadores-licenciandos levam, para seu desempenho no CDCC, elementos teóricos estudados previamente, mas também a criatividade no trabalho com situações novas, sempre presentes em virtude da imprevisibilidade das mediações em museus, em um trabalho de difusão da cultura científica.

Considerações finais

Assim como no desenvolvimento dos saberes docentes, construídos ao longo de toda a carreira do professor, saber considerado plural e que congrega conhecimentos de conteúdos, habilidades e valores que permitem que atuem como profissionais da educação formal, os saberes da mediação também partilham tais características. Algumas investigações empreendidas por Tardif (2002) mostram que os docentes consideram os saberes da experiência os mais importantes. Segundo o autor, esses saberes são considerados pelos próprios docentes como um conjunto de saberes práticos que emergem no dia a dia da profissão, bem como a validação desses saberes diante dos demais atores escolares. Nesse sentido, os saberes da mediação assentam-se predominantemente nos saberes

ditos experienciais, visto que não existe uma formação específica para os mediadores de museus de ciências. Queiroz (2002, p.80) diz que "a competência docente é, no entanto, fruto do saber de uma experiência que não se limita ao cotidiano da sala de aula, mas é ampliada em trocas com sujeitos de diferentes origens: pesquisadores e professores de diferentes níveis de ensino" e em diferentes espaços que, inclusive, podem ir além dos muros da escola.

Assim como os saberes elencados por Tardif, os saberes da mediação humana em museus de ciências são provenientes da formação profissional, dos saberes das disciplinas e, principalmente, da experiência no museu. Assim é o dia a dia do mediador: ele reflete sobre sua prática e redimensiona suas posições iniciais ou, em última hipótese, depara-se com situações nunca vivenciadas e aprende a lidar com elas de forma a superar seus hábitos.

Os saberes da mediação descritos por Queiroz e colaboradores (2002) contemplam as mais diferentes situações ocorrentes no ambiente do museu, embora determinados saberes não mencionados pelos autores também possam ser mapeados. Analogias e metáforas são recursos utilizados diariamente pelos licenciandos-mediadores, o que indica uma provável integração destes ao rol dos saberes da mediação. É nesse sentido que a formação inicial de professores de Ciências não deve prescindir de experiências proporcionadas pelos espaços extraescolares, também por meio de estágios curriculares integrados à prática de ensino, embora a legislação atual não permita o desenvolvimento dessas ações, mesmo parcialmente, fora da instituição escolar. Enquanto futuros professores na educação básica, os licenciandos que tiveram a experiência de mediação podem ocupar posição privilegiada para acompanhar seus alunos em visita ao museu de ciências, pelo conhecimento que já têm de sua turma e, especialmente, da dinâmica de funcionamento de um espaço como esse. Também, tendo em vista sua interação constante em sala de aula, esses professores podem melhor encadear as aprendizagens no museu com aquelas em desenvolvimento nas escolas.

Algumas pesquisas têm destacado a falta de compreensão, por parte dos professores, das possibilidades de ampliação cultural que os museus de ciências oferecem aos estudantes. Ações voltadas para a melhoria da relação museu-escola podem e devem ser implementadas e analisadas; daí a necessidade do desenvolvimento de um trabalho mais intenso na formação docente para participação como mediadores em ações de alfabetização científica que incluam museus de ciências, ainda durante sua formação inicial. Assim, a parceria universidade/centro de ciências apresenta um caminho que pode favorecer mudanças visando à melhoria da educação científica no Brasil.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, A. M. *A relação do público com o museu do Instituto Butantan:* análise da exposição "Na natureza não existem vilões". São Paulo, 1995. 215 f. Dissertação (mestrado em Comunicação) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo.

BEJARANO, N. R. R. *Avaliação qualitativa em processos não-formais do ensino de Ciências:* o Museu Dinâmico de Ciências de Campinas (SP). Campinas, 1994. 237 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

BOGDAN, R., BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

CAZELLI, S. *Alfabetização científica e os museus interativos de ciências.* Rio de Janeiro, 1992. 173 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/formal das ciências: relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação.* Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Lisboa), v.3, n.1, p.51-9, jun. 1993.

CHELINI, M. J. E. *Moluscos nos espaços expositivos*. São Paulo, 2006. 220 f. Tese (doutorado em Ciências – Zoologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

FAHL, D. D. *Marcas do ensino escolar de ciências presentes em museus e centros de ciências:* um estudo da Estação Ciência e do MDCC. Campinas, 2003. 212 p. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

FALK, J., DIERKING, L. D. *The museum experience*. Washington, DC, 1992.

FENSHAM, P. School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, v.21, n.7, p.755-63, 1999.

GASPAR, A. *Museus e centros de ciências:* conceituação e proposta de um referencial teórico. São Paulo, 1993. 173 f. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

GRUZMAN, C., SIQUEIRA, V. H. F. O papel educacional do museu de ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.2, p.402-23, 2007.

LAVILLE, C., DIONNE, J. Em busca de informações. In: _____. *A construção do saber:* manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999. p.165-96.

MARANDINO, M. (Org.). *Educação em museus:* a mediação em foco. São Paulo: GEENF/USP, 2008.

_____. *A cultura escolar frente aos desafios das novas tecnologias no ensino de ciências*. In: Encontro Aberto do Grupo de Ação Coordenada em Ensino de Ciências do Estado do Rio de Janeiro, V, 2002. *Anais*... Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em <www.fiocruz.br/museudavida_novo/media/marandino.pdf>. Acesso em 18/11/2008.

_____. *O conhecimento biológico nas exposições de museus de ciências:* análise do processo de construção do discurso expositivo. São Paulo, 2001. 451 f. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

_____. A formação inicial de professores e os museus de ciências. In: SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. (Org.). *Formação docente em Ciências:* memórias e práticas. Rio de Janeiro: EdUFF, 2003. p.59-76

MARTÍN-BARBERO, J. Jóvenes: comunicación e identidad. *Pensar Iberoamérica* – Revista de Cultura. Organização de Estados Ibera-

-americanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura e Educação, n.0, fev. 2002.

MARTINS, L. C. *A relação museu/escola:* teoria e prática educacionais nas visitas escolares ao Museu de Zoologia da USP. São Paulo, 2006. 245 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

MORA, M. C. S. Diversos enfoques sobre as visitas guiadas nos museus de ciência. In: MASSARANI, L., MERZAGORA, M., RODARI, P. (Org.). *Diálogos & Ciência:* mediação em museus e centros de ciência. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007. p.22-7.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v.9, n.2, p.191-211, 2003.

OVIGLI, D. F. B. *Os saberes da mediação humana em centros de ciências:* contribuições à formação inicial de professores. São Carlos, 2009. 231 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos.

QUEIROZ, G., KRAPAS, S., VALENTE, M. E., DAVID, E., DAMAS, E., FREIRE, F. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.2, n.2, p.77-88, mai.-ago. 2002.

RIBEIRO, M. G., FRUCCHI, G. Mediação – a linguagem humana dos museus. In: MASSARANI, L., MERZAGORA, M., RODARI, P. (Org.). *Diálogos & Ciência:* mediação em museus e centros de ciência. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007. p.68-74.

SÁPIRAS, A. *Aprendizagem em museus*: uma análise das visitas escolares ao Museu Biológico do Instituto Butantan. São Paulo, 2007. 155 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p.79-91.

SILVA, C. S. *Formação e atuação de monitores de visitas escolares de um centro de ciências*: saberes e prática reflexiva. Bauru, 2009. 151 f. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

SOARES, J. M. *Saberes da mediação humana em museus de ciência e tecnologia*. Niterói, 2003. 126 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2002.

VIEIRA, V., BIANCONI, M. L., DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, v.57, n.4, p.21--3, out.-dez. 2005.

6
A Educação Ambiental nas estruturas curriculares de alguns cursos de licenciatura[1]

Diana Fabiola Moreno Sierra[2]
Jandira Líria Biscalquini Talamoni[3]

Introdução

A Educação Ambiental (EA) vem se fortalecendo no mundo todo e ocupando amplos espaços nas agendas internacionais. Diversos eventos como a Conferência de Estocolmo (1972) e a Conferência de Tbilisi (1977) indicaram o início das discussões sobre esse tema; no entanto, sua emergência se remete a séculos passados (XVI-XVIII), caracterizados pela concepção mecanicista de na-

1. Este artigo é uma versão revisada do trabalho intitulado "Educação Ambiental em alguns cursos de licenciatura: subsídios para pensar a formação de professores" apresentado no V Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental, São Carlos (SP), Brasil, realizado de 30 de outubro a 2 de novembro de 2009.
2. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* diana.educi@gmail.com.
3. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Docente do Departamento de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* talamoni@fc.unesp.br.

tureza e por acontecimentos impactantes como a Revolução Industrial.

Eventos como o Congresso de Moscou (1987), a Rio-92 (1992), a Conferência Thessalônica (1997), o encontro em Johannesburgo (2002) e o mais recente, realizado em Copenhague (2009), vêm colocando no âmbito internacional a preocupação no sentido de garantir que a EA seja incorporada nas políticas públicas de cada país.

Na Colômbia, o desenvolvimento de planos, de programas e de projetos têm se potencializado, especialmente após a instauração da Constitución Política de 1991, a qual abrange os direitos ambientais, responsabilizando a Procuraduría de la República e a Contraloría de la República pela vigilância e controle da execução desses direitos (Colômbia,1991).

No âmbito educativo, a Lei Geral de Educação – Lei n. 115/1994 – inclui a EA, procurando o desenvolvimento de uma consciência para a conservação, proteção e melhoria do meio ambiente e da qualidade da vida, sob a perspectiva de uma cultura ecológica e de defesa do patrimônio nacional. No artigo 14 dessa lei está expressa a obrigatoriedade da EA na educação infantil, no ensino fundamental e no ensino médio (Colômbia, 1994).

No ano de 2002, surgiu a Política Nacional de Educación Ambiental, após vários antecedentes, tais como a promulgação do Código Nacional de Recursos Naturais Renováveis e de Proteção ao Meio Ambiente (1974) e dos convênios estabelecidos entre as universidades e os ministérios, iniciados em 1991, objetivando conhecer as possibilidades estratégicas, conceituais e metodológicas da EA.

Em conformidade com o exposto anteriormente, pode-se dizer que na Colômbia tem-se desenvolvido um trabalho que permite constituir um cenário normativo e político para a incorporação da EA, em concordância com as orientações internacionais, procurando uma incidência nos planos de governo em níveis nacional e departamental, assim como no plano de educação nacional previsto para cada década (Moreno, 2007). No entanto, isto não significa

que a sociedade em seu conjunto entenda essa estrutura normativa e política da EA, seja para desenvolvê-la ou para gerar alternativas diante da mesma, constituindo-se, portanto, em um campo a ser explorado. Assim, nesta pesquisa buscamos analisar a forma como as instituições de educação superior que possuem cursos de licenciatura, localizadas em Bogotá (Colômbia), estão incorporando a EA em suas estruturas curriculares.

Educação Ambiental crítica e formação de professores

Pensar na EA é, sem dúvida, um convite à reflexão sobre um determinado tipo de educação cujo foco está voltado para as questões ambientais; assim, uma primeira pergunta a ser feita é: o que entendemos por educação?

Como processo histórico, a educação considera, necessariamente, a compreensão do humano que define a nossa natureza em conformidade com os aspectos biológicos, culturais e sociais. No entanto, esses aspectos não determinam o que podemos ou temos que fazer ou pensar de forma específica. Assim, o ser humano diferencia-se dos outros animais por não estar pronto, ou seja, por estar constantemente se fazendo, se modificando no decorrer de sua história, o que lhe permite agir na sua realidade sem aceitá-la como concluída, acabada ou determinante do futuro, pelo contrário, reconhecendo a transformação da mesma.

Essas observações nos fazem pensar na educação como é discutida por Freire (2002), ou seja, como uma experiência especificamente humana, como uma forma de intervenção no mundo que reconhece a nossa capacidade de observar, comparar, avaliar, escolher, decidir, intervir, romper e optar. Assim, a educação possui uma historicidade que parte das relações dialéticas entre o homem/mulher e o mundo; não há ser humano sem realidade, nem realidade sem ser humano.

Os homens e as mulheres, como seres históricos, se objetivam e objetivam sua atividade, o que lhes permite separar-se dela e ser livres dos produtos que geram. Isso não acontece com os animais que vivem em função de suas necessidades e que, portanto, não podem se separar de suas atividades e são, assim, organismos que não problematizam o entorno e se comportam em função dos estímulos que este lhes oferece. Por ter consciência de suas atividades e do mundo, o ser humano é capaz de dar sentido à sua existência e de atuar em função das finalidades que propõe para si, enfrentando as situações desafiadoras que eventualmente se lhe apresentem, pois, sabendo que estas são históricas e sociais, buscará superá-las e não aceitá-las de forma dócil e passiva.

A conscientização é, neste sentido, um teste de realidade. Quanto mais conscientização, mais se "desvela" a realidade, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, diante do qual nos encontramos para analisá-lo. Por essa razão, a conscientização não consiste em "estar diante da realidade" assumindo uma posição falsamente intelectual. A conscientização não pode existir fora da práxis, ou melhor, sem o ato ação-reflexão. Essa unidade dialética constitui, de maneira permanente, o modo de ser ou de transformar o mundo que caracteriza os homens (Freire, 1979). Esse processo dialógico, em que acontece a tomada crítica de consciência, não existe sem a práxis, representado pela leitura do mundo através da palavra construída dialeticamente na ação e na reflexão.

Ao reconhecer o sentido humano da educação, vemo-nos obrigados a reconhecer seu caráter ideológico, na medida em que este pode ser um instrumento de manipulação e dominação para a criação de uma determinada forma de pensar.

Ao assumirmos que a educação possui uma característica ideológica, podemos dizer que ela não é neutra, nem indiferente e, também, não pode ser imobilizadora diante de projetos políticos que atentem contra o sentido do humano; portanto, a educação tem um compromisso ético com a defesa legítima da humanidade.

Esta humanidade vem sendo transgredida pelo neoliberalismo fundado na perversidade do lucro e no que Freire (2002, p.144) de-

nominou "ética" do mercado, referida ao discurso globalizado do neoliberalismo, que vem disfarçando o robustecimento da riqueza de uns poucos e a verticalização da pobreza e da miséria de milhões.

Assim, compreender as implicações ideológicas da educação é também compreender sua dimensão política em termos da práxis e não só de sua anunciação. Na verdade, essa compreensão é fundamental, já que o educador se faz político em sua prática, reconhecendo as diferenças de classe, gênero e raça existentes na sociedade em que vive e debelando os dispositivos de dominação que se estruturam articulados a um determinado poder, interesse ou ideologia.

As considerações expostas até o momento nos permitem definir a educação sob uma perspectiva crítica, ao considerarmos seu caráter histórico, humano, ético, ideológico, político e mobilizador. Essa educação crítica também tem que ser considerada ao nos referirmos à EA que tem uma preocupação educativa com o humano e com as suas relações com o ambiente.

A EA crítica retoma os aspectos da educação transformadora, já que eles pressupõem a mudança da atual estrutura societária envolvendo a concepção de humano e suas correspondentes práticas sociais; uma EA que considere os seguintes princípios, de acordo com Quintas (2000), citado por Loureiro (2004, p.90-1): i) o uso do diálogo como base do processo educativo, que se desenvolve entre sujeitos concretos que possuem várias concepções, interesse e formas de agir; ii) a compreensão de que os problemas ambientais envolvem diversas dimensões, tais como a natural (relações seres vivos e o planeta como um todo), política, econômica, etc. Essas dimensões interagem e são construídas pelos sujeitos; iii) a clareza das relações entre a teoria e a prática, as quais não ficam estáticas no raciocínio ou na ação; e iv) a formação de sujeitos livres, participativos, que possuam uma formação que os reconheça como autores de processos decisórios.

Coerentemente com a perspectiva de EA apresentada, consideramos as potencialidades dos pressupostos do professor como intelectual transformador. Reconhecendo nesse processo intelectual a

capacidade do professor de interrogar-se sobre o papel que desempenha na sociedade e sobre o papel da sua prática no local em que esta se desenvolve, Giroux (1997) entende a aprendizagem e o cenário educativo dentro de uma ideologia geralmente condicionada a uma ordem social distante de estruturas democráticas, assunto que deve ser desvelado pelos professores como possibilidade para os processos de mudança.

Metodologia

Utilizamos a metodologia qualitativa para a pesquisa, optando por uma abordagem interpretativa, caracterizada pela compreensão da ação humana como inerentemente significativa, sendo a ação uma compreensão para o pesquisador, ou seja, considerando que uma ação inclui certo conteúdo intencional diante do qual é necessário entender seus possíveis significados (Schwandt, 2006).

O desenvolvimento da pesquisa se deu pelo estudo documental, buscando identificar informações factuais nos documentos, a partir das questões de interesse.

Para a determinação dos cursos que seriam analisados, passamos por diversas reflexões e ações. Primeiramente, conhecíamos o fato de que as universidades colombianas têm incorporado a dimensão ambiental através de cursos de ecologia, da ação de grupos de estudos e de pesquisa, da criação de institutos e de cursos de pós-graduação, entre outras atividades (Bermúdez, 2003; Sáenz, 2005). Também sabíamos que as universidades passavam por processos de reestruturação curricular, como exigência para a obtenção ou renovação do reconhecimento dos cursos (*Registro Calificado*) por parte do Estado, processo que objetiva garantir à sociedade a qualidade dos cursos de educação superior.

A partir dessas reflexões, consideramos pertinente trabalhar nas universidades oficiais ("públicas") de Bogotá que possuíam cursos de licenciatura em diferentes áreas do conhecimento devidamente reconhecidos (*Registro Calificado*) pelo Ministério de

Educação. Essa opção foi feita com base no fato de essas instituições serem consideradas diferenciadas em função de suas trajetórias na formação de educadores. Também foram levados em conta, para o alcance desta pesquisa, o tempo e os recursos financeiros disponíveis, que nos impossibilitavam abranger um número maior de instituições. Assim, foram selecionadas duas universidades governamentais da Colômbia.

Realizamos uma aproximação dos cursos através de leituras de informações (obtidas *on-line*) e o contato pessoal com os responsáveis dos cursos, os quais proporcionaram as informações necessárias sobre a proposta curricular de cada curso.

A partir das informações assim obtidas e dos dados encontrados nas páginas eletrônicas de cada licenciatura, estabelecemos os cursos e as possíveis disciplinas que trabalhavam com aspectos da EA ou da dimensão ambiental; os resultados mostraram ser 10 cursos que abrangem 16 disciplinas, para as duas universidades.

Posteriormente, revisamos os planos de ensino das respectivas disciplinas – os quais foram disponibilizados pelos responsáveis de cada curso –, focalizando nossa atenção em seus propósitos, temática e referências, na perspectiva de estabelecer elementos que estivessem relacionados diretamente com a EA.

Inclusão da Educação Ambiental nas licenciaturas

Os cursos estudados eram referentes às áreas de Biologia, Química e Ciências Sociais sendo oferecidos nas duas universidades, denominadas A e B; também houve o curso de licenciatura em Artes da Universidade B. Todos eles estavam contextualizados nas disposições normativas referentes à formação docente na Colômbia, tendo como base a Ley General de Educación – Ley 115/1994, a qual orientou os processos de "*acreditación previa*" das faculdades de Educação; outras disposições correspondem ao Decreto n. 272/1998, sobre os requisitos e o funcionamento dos cursos de educação superior. Esse decreto foi derrogado pelo De-

creto n. 2.566/2003, que enfoca a qualidade dos programas de educação superior.

O atendimento a essa normativa tornou-se importante para os processos de reestruturação dos diversos cursos, já que levou as faculdades de Educação a repensarem aspectos como sua missão, propósitos, responsabilidade social e aspectos de qualidade.

Com respeito a esses processos iniciados pelas instituições de ensino superior (IES), autores como Vasco et al. (2004) indicam as dificuldades para se construir um projeto de nação em vista das constantes reformas curriculares ocorridas (três reformas em um período de 35 anos) e, em especial, diante do percurso realizado desde a reforma de 1992 (até 1998), a qual foi conduzida sem nenhum estudo prévio sobre seu alcance. Além disso, a primeira turma de formandos dos cursos reestruturados nem os havia concluído quando o Decreto n. 272/1998 foi derrogado.

Essa situação é considerada por Vasco et al. (2004) e Calvo (2004) como uma constante na história da formação docente colombiana, na qual as mudanças relativas à formação de professores dependem de dinâmicas instáveis, em geral orientadas pelos interesses do poder político transitório.

A partir da expedição do Decreto n. 2.566/2003, a formação de educadores tornou-se confusa para as faculdades de Educação, sendo necessária a promulgação da Resolução n. 1.036/2004, a qual especifica as características de qualidade dos programas de graduação e especialização em Educação.

Esses cursos foram objetos de estudo, dado que todos possuíam em sua estrutura curricular alguma disciplina que abordava a questão ambiental (Quadro 1). Salientamos que a Universidade A possui 18 cursos de licenciatura e a Universidade B possui 9.

Os aspectos que compõem o plano de ensino (justificativa, conteúdos, metodologia e referenciais) foram importantes na identificação das disciplinas (Educação Ambiental, Sociedade e Ambiente e Ecologia Humana), dado que outras disciplinas (Formação da Cidadania; Ética Profissional; Biologia da Conservação; Ciências

Quadro 1 – Disciplinas que abordam a EA nas universidades

Universidade A		
Licenciatura	Disciplinas	Estrutura curricular
Licenciatura em Biologia	Educação Ambiental	Localizada no ciclo de aprofundamento, como espaço acadêmico comum – VII semestre.
Licenciatura em Ciências Sociais	Sociedade e Meio Ambiente	Localizada no campo formação disciplinar específico – IV semestre.
Licenciatura em Química	Educação Ambiental	Localizada no ciclo fundamentação, campo de formação em valores – I semestre.
Universidade B		
Licenciatura em Biologia	Ecologia Humana	Localizada no ciclo de inovação, campo formação disciplinar específica – IX semestre.
	Educação Ambiental	Localizada no ciclo de inovação, campo de formação pedagógica – IX semestre.
Licenciatura em Educação Básica com habilitação em Ciências Sociais	Sociedade e Meio Ambiente	Ciclo de aprofundamento, componente de formação científica – V semestre.
Licenciatura em Química	Química Ambiental	VI semestre.
Licenciatura em Educação Básica com ênfase em Educação Artística	Criação Artística e Meio Ambiente	Ciclo básico – VI semestre.

Naturais e Teoria Ecológica, entre outras) não explicitavam a temática ambiental, estando voltadas aos conteúdos próprios da matéria.

Conforme mostram os dados apresentados no Quadro 1, os mesmos cursos das duas universidades possuem em suas estruturas curriculares disciplinas relacionadas ao ambiente. No entanto, o curso de licenciatura em Criação Artística é oferecido somente pela Universidade B.

Segundo Moreno (1999), o modelo de ensino centrado em disciplinas pode ser considerado uma herança do pensamento grego, fundamentado na possibilidade de abordar o conhecimento por campos temáticos, iniciando com o pensamento filosófico e com a emergência de outros campos como a Física, a Astronomia e a Matemática entre outras. Essa forma de pensamento foi apropriada pelo pensamento ocidental e foi se consolidando como um conhecimento fragmentado que, na atualidade, inspira a estrutura curricular por disciplinas.

Nesse contexto, os cursos identificados representam um aspecto interessante no sentido de permitir um avanço na abordagem dessa temática, incluindo-a no currículo. No entanto, o desafio se orienta nas possibilidades que apresenta a EA como um novo saber, no qual o pensamento fragmentado passa por apropriações de totalidade, interdisciplinaridade e práxis, implicando pensar os processos de formação dos licenciandos, dos professores da escola e dos professores universitários.

Outro elemento relevante correspondeu à compreensão geral dos projetos curriculares das licenciaturas, dos quais inferimos aqueles aspectos relacionados à estrutura curricular e suas relações com a disciplina da EA ou a temática ambiental.

Todos os cursos são reconhecidos pelo Ministério de Educação Nacional (MEN) (*acreditación previa)* e, ainda, os cursos de licenciatura em Educação Básica com habilitação em Ciências Sociais, licenciatura em Química da Universidade B e as três licenciaturas da Universidade A possuem reconhecimento de alta qualidade pelo MEN de (*acreditación de alta cualidad*). O reconhecimento

dos cursos de licenciatura em Biologia e licenciatura em Química da Universidade A, assim como o de licenciatura em Ciências Sociais da Universidade B ocorreram no ano de 2005, ao passo que o reconhecimento do curso de licenciatura em Química da Universidade B e do curso de licenciatura em Ciências Sociais da Universidade A ocorreu em 2006. Todos os cursos foram certificados ou reconhecidos por um período de quatro a cinco anos.

Os cursos das duas universidades são de caráter presencial, ocorrem no período diurno e apresentam duração de dez semestres; seus currículos se organizam por ciclos, eixos e campos de formação. O ciclo se refere ao conjunto de atividades que favorecem a apropriação do conhecimento de forma gradual, portanto, são descritos pelos cursos como fundamentação, aprofundamento e inovação.

Em geral, os cursos dividem os ciclos em semestres, sendo que a fundamentação ocorre nos quatro primeiros semestres e o aprofundamento nos três semestres seguintes; a inovação ocorre nos três últimos semestres. Para a licenciatura em Educação Básica com habilitação em Educação Artística, os ciclos são nomeados ciclo básico (os primeiros cinco semestres), compostos por áreas como pedagogia, artes cênicas, literatura, visuais, plásticas e música. O ciclo de aprofundamento ocorre nos últimos cinco semestres. A licenciatura em Biologia da Universidade A possui dois ciclos: de fundamentação (6 semestres) e de aprofundamento (4 semestres), sendo que neste último se apresentam possibilidades de escolha de uma ênfase (biologia da conservação, saúde para a qualidade da vida, biotecnologia e educação, ecologia colombiana).

Os eixos de formação das licenciaturas da Universidade B se referem a "constituição de sujeitos", "construção de conhecimentos" e "projeto social e cultural", correspondentes ao referencial apropriado pela faculdade de Educação. A constituição de sujeitos trata da visão de ser humano como uma totalidade em relação à natureza e à sociedade que, em processos de auto-organização constante, abrange o desenvolvimento de capacidades individuais e sociais. A construção de conhecimento refere-se à necessidade de localizar a

formação docente em relação às ações para o formando, em seus processos cognitivos, sociais, afetivos e éticos, como processo em permanente construção. O projeto social e cultural compreende as práticas pedagógicas, sendo um dos seus objetivos a formação de seres humanos integrais, conscientes da sua condição de sujeitos e, portanto, com possibilidades de compreensão e solução das problemáticas das comunidades, através do conhecimento científico-pedagógico.

Os eixos curriculares da licenciatura em Biologia (Universidade A) correspondem ao ciclo de fundamentação, sendo: i) identidade e contexto; ii) crescimento e desenvolvimento: o problema da vida; iii) diversidade; iv) organização; v) dinâmica e cuidado dos sistemas; vi) interação.

O projeto curricular do curso de licenciatura em Química da Universidade A tem o objetivo de formar professores de Química para os diferentes níveis do sistema educativo colombiano e está norteado pela pergunta: é possível um currículo para a formação de professores de Química orientado a responder o questionamento sobre o que deve saber e saber ser um professor de ciências, para atuar no ambiente educativo colombiano e ter um desempenho com qualidade de acordo com a pesquisa didática e curricular que tem constituído até agora? Na perspectiva de fundamentar teoricamente a abordagem dessa proposta, o currículo possui fundamentos epistemológicos, psicológicos, sociológicos e antropológicos construtivistas.

Nesse currículo são estabelecidos dois ciclos e quatro ambientes de formação, nos quais se pretende desenvolver determinadas competências nos licenciandos, através das diferentes disciplinas correspondentes a cada semestre.

O currículo não possui eixos como os expostos nos cursos que foram descritos acima, mas pode-se dizer que os eixos formativos correspondem ao desenvolvimento de competências ao longo do currículo.

O conceito de competência apropriado pelo projeto curricular está associado à possessão e à capacidade de usar o conhecimento e

as habilidades para o exercício de uma profissão, ofício ou campo de saber, o que implica ter um desempenho eficaz e eficiente em uma sociedade. Levando em conta os aspectos curriculares expostos sobre os diferentes cursos, podemos dizer que estes possuem diferentes eixos agrupados em campos ou ambientes de formação, tais como o científico, o pedagógico, o investigativo, o comunicativo, o estético, o ético e o político.

Esses ambientes, por sua vez, são agrupados de forma diversa nos diferentes cursos; por exemplo, a licenciatura em Biologia da Universidade A considera os ambientes humanístico, científico, pedagógico e didático; enquanto os cursos de licenciatura da Universidade B privilegiam os eixos curriculares de "constituição de sujeitos", "construção de conhecimentos" e "projeto social e cultural".

De forma geral, a organização por ambientes ou campos corresponde a: i) formação disciplinar, a qual se refere a uma área específica do conhecimento, ou seja, aos saberes que envolvem a disciplina a ser ensinada; ii) formação pedagógica, que envolve os fundamentos de ensino e de aprendizagem, bem como o contato com o saber didático do professor; iii) formação em valores, que aborda os aspectos éticos, sociais e políticos do educador; iv) formações científica, investigativa e comunicativa, as quais reúnem os fundamentos e práticas para a aplicação dos conhecimentos.

Outros aspectos da estrutura curricular referem-se à realização de um projeto de finalização de curso pelo formando, o qual geralmente se vincula a alguma linha de pesquisa desenvolvida no curso. A prática educativa, também chamada por outros cursos de prática profissional docente, é realizada nos últimos semestres. Para o curso de licenciatura em Ciências Sociais da Universidade B, os últimos semestres correspondem ao projeto de pesquisa ou projeto pedagógico.

Segundo Vasco et al. (2004), as mudanças das estruturas curriculares de algumas licenciaturas nos períodos de 1982-1994, 1994-1999, 1999 até a atualidade se constituem nos aspectos apresentados anteriormente sobre um currículo organizado em campos

de formação, uma nova visão do currículo, menos linear e mais integradora, por meio de núcleos problemáticos, eixos temáticos e projetos.

A similaridade entre as estruturas curriculares dos cursos se explica pelas orientações normativas do Decreto n. 272/1998, que reconhece a disciplina pedagógica como eixo fundamental dos cursos de formação de professores. Assim, os projetos curriculares estudados procuram elementos de transversalidade com eixos voltados ao pedagógico e ao didático. Os campos de formação que apropriam os cursos tinham sido indicados pelo Decreto n. 0709/1976.

O curso de licenciatura em Ciências Sociais da Universidade B se orienta a partir da perspectiva de um currículo integrado, que possa enfrentar situações de democracia e de modernização da educação e da sociedade, e para isso é necessário o afastamento das visões de um currículo centrado exclusivamente na atualização científica, organizado de forma atomizada e isolada, que traz ao formando dificuldades para o desenvolvimento de suas capacidades crítica, criativa e propositiva. Portanto, um currículo não necessariamente tem que se organizar em disciplinas, podendo integrar problemas interdisciplinares, tópicos ou períodos históricos.

Assim, o currículo dessa licenciatura possui várias características como a inovação, a investigação e a flexibilidade, sendo relevante a ênfase conferida à articulação dos saberes, resgatando dessa forma a interdisciplinaridade. A disciplina Sociedade e Meio Ambiente é considerada um núcleo problemático interdisciplinar do ciclo de aprofundamento.

Um aspecto interessante da licenciatura em Artística da Universidade B é a existência de uma disciplina sobre a temática ambiental e a abordagem de eixos articuladores em cada semestre, correspondente ao eixo intitulado "Meio ambiente e pluriculturalidade na educação artística" (quarto semestre), que também considera o ciclo de aprofundamento como materialização da interdisciplinaridade, através de três ênfases: música, plásticas e visuais, literatura e cênicas.

A licenciatura em Biologia da Universidade A, tanto em seu ciclo de fundamentação quanto no ciclo de aprofundamento, apresenta eixos curriculares interessantes para a compreensão da EA; por exemplo, a abordagem da diversidade, dinâmica e função dos sistemas, com enfoque na ecologia colombiana, biologia da conservação e saúde para a qualidade da vida.

Considerações finais

Os apontamentos construídos por ocasião das análises sobre os aspectos curriculares parecem mostrar perspectivas de um currículo mais flexível – diante das reestruturações curriculares anteriores – com relação à apropriação do saber pedagógico como fundamento da formação do educador; no entanto, torna-se relevante a compreensão do currículo como uma postura crítica, que questiona o porquê das formas de organização do conhecimento e suas relações com a ideologia, o poder e a cultura.

Segundo Moreira & Silva (2002), o currículo corresponde a uma construção social e cultural e, portanto, "não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social [...] ele tem uma história, vinculada a formas específicas e contingentes da organização da sociedade e da educação" (p.8).

A estrutura curricular impregnada de interesses se constitui em um desafio para a EA, dados os seus fundamentos de conhecimento integrador e de questionamento da racionalidade moderna que levou à crise ambiental. Assim, essa educação passa por discussões sobre sua abordagem na universidade, sobre se deve ser trabalhada como disciplina ou como perspectiva interdisciplinar. Nas nossas análises encontramos que a EA é proposta como uma disciplina, permanecendo a visão fragmentada do conhecimento, e, diante disso, é necessário investir maiores esforços na estruturação de currículos voltados à formação inicial de professores, tendo em conta a emergência da EA como uma nova racionalidade

que compreende conceitos estruturantes de totalidade, interdisciplinaridades, complexidade e práxis educativa.

Esses princípios permanecem pelo menos marginalizados dos projetos curriculares dos cursos estudados que, embora limitados aos aspectos formais, resultam na orientação de práticas e processos educativos com os futuros professores, constituindo, de alguma forma, uma visão tradicional da EA.

Continua sendo necessário, portanto, pensar em outras possibilidades curriculares para a formação de professores que resgatem os princípios expostos anteriormente, como um questionamento ao currículo organizado por disciplinas, passando a uma visão complexa do conhecimento – que concebe as dinâmicas relações existentes entre o ser humano e a natureza, em vez de reduzi-las a uma determinada dimensão – e oferecendo uma leitura tanto do humano como dos contextos social e histórico que o definem.

O conceito de complexidade nos leva à discussão sobre a organização do conhecimento, o qual foi tradicionalmente construído sob o paradigma da simplificação, inspirado na filosofia de Descartes e apropriado, desde o século XVII, pelo pensamento ocidental. Esse paradigma de disjunção enfocou três campos de conhecimento científico: a Física, a Biologia e as Humanidades, com a pretensão de simplificá-los à realidade, promovendo uma especialização e fragmentação do conhecimento e envolvendo o pressuposto de que o estudo das partes levaria à compreensão do todo.

Nesse contexto, a proposta da divisão disciplinar se acentuou como uma forma organizada para a compreensão dos fenômenos, no entanto, "Este paradigma [...] sem dúvida permitiu os maiores progressos ao conhecimento científico e à reflexão filosófica; suas consequências nocivas só começariam a se revelar no século XX" (Morin, 2006, p.11).

Nos projetos curriculares dos cursos analisados encontramos, portanto, essa divisão disciplinar, o que se constitui como um aspecto relevante para a forma como vem sendo abordada a EA e que acreditamos que precisa ser repensado, já que essa educação tem como desafio constituir-se em uma abordagem interdisciplinar, a

qual se refere à mediação entre conhecimentos e articulação de saberes e para o que o papel das disciplinas não é a unificação e sim a conexão e construção de referenciais conceituais e metodológicos consensuais.

Na perspectiva de pensar em processos formativos culturais nesses cursos, seria necessária uma discussão aprofundada sobre as compreensões do conceito de formação – dado que esta é, obrigatoriamente, atrelada a processos políticos –, assim como da capacidade de ler e reler a sociedade atual com o intuito de transformá-la. Dessa forma, parece que o sentido de um professor intelectual crítico não é considerado nas estruturas curriculares oficiais dos cursos.

Referências bibliográficas

BERMÚDEZ, O. *Cultura y ambiente:* la educación ambiental contextos y perspectivas. 1.ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colômbia. Instituto de Estúdios Ambientales – IDEA, 2003.

CALVO, G., RENDÓN, D., ROJAS, L. Un diagnostico de la formación docente en Colombia. *Revista Pedagogía y Saberes*, n.47, p.1-23, 2004. Disponível em <http://www.lpp-buenosaires.net/documentacionpedagogica/ArtPon/PDF_ArtPon/Formacion%20docente%20en%20Colombia.pdf>.

COLÔMBIA. Constituição (1991). *Constitución Política de Colombia*. Disponível em <http://www.cna.gov.co/cont/legislacion/index.htm>. Acesso em 8/5/2007.

_____. Lei (1994). Lei n. 115 de 8 de fevereiro 1994 dispõe a Lei Geral de Educação. *Ley 115 de 1994*. *Diário Oficial*, n. 41.214. Disponível em <http://www.cna.gov.co/cont/legislacion/index.htm>. Acesso em 3/2/2007.

_____. Decreto 11 de fevereiro de 1998 dispõe os requisitos para a criação e regulamento dos cursos acadêmicos de graduação e pós-graduação em educação, oferecidos por universidades e instituições universitárias, assim como a titulação. *Decreto n. 272 de 1998.*

Disponível em <http://www.cna.gov.co/cont/legislacion/index.htm>. Acesso em 18/3/2007.

_____. Política (2002). Política Nacional de Educación Ambiental. Disponível em <http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/POLITICA_DE_EDUCACION_ULTIMA_VERSION.pdf>. Acesso em 6/4/2007.

_____. Decreto 10 de setembro de 2003 dispõe as condições mínimas de qualidade e requisitos para oferecimento dos programas acadêmicos de educação superior. Decreto n. 2.566 de 2003. Disponível em <http://www.cna.gov.co/cont/legislacion/index.htm>. Acesso em 20/3/2007.

FREIRE, P. *Conscientização* – teoria e prática da libertação*:* uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

_____. *Pedagogia da autonomia*: saberes necessários à prática educativa. 22.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GIROUX, H. *Os professores como intelectuais:* rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Trad. Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997.

LOUREIRO, C. F. B. *Trajetória e fundamentos da Educação Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2004.

MOREIRA, A., TADEU DA SILVA, T. Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. In: _____. (Org.). *Currículo, cultura e sociedade*. 7.ed. São Paulo: Cortez, 2002. p 7-38,.

MORENO, D. El componente ambiental en la política pública y sus implicaciones en los proyectos ambientales escolares. In: MORTIMER, E. F. (Org.). *Anais VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: Abrapec, 2007. (CD-ROM.)

MORENO, M. *Temas tranversais em educação*: bases para uma formação integral. Trad. Cláudia Schilling. 5.ed. São Paulo: Ática, 1999.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2006.

SÁENZ, O. (Org.). *Universidad y ambiente*: tercer seminario internacional. Bogotá: UDCA, 2005.

SCHWANDT, Thomas. Três posturas epistemológicas para a investigação qualitativa: interpretativismo, hermenêutica e construcionismo social. In: DENZIN, M., LINCOLN, Y. *O planejamento da pesquisa qualitativa*: teorias e abordagens. 2.ed. Trad. Sandra Regina Netz. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006. p.193-217.

VASCO, C., BARRERA, M., PERDOMO, N., BECERRA, M., SUÁREZ, A. *De la teoría a la práctica en la formación de maestros en Ciencias y Matemáticas en Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2004.

7

O PROCESSO DIALÉTICO ERRO/VERDADE E RAZÃO/EXPERIÊNCIA: RESULTADOS E ANÁLISES DE UMA PESQUISA BASEADA NAS ETAPAS DA DESEQUILIBRAÇÃO

Moacir Pereira de Souza Filho[1]
Sérgio Luiz Bragatto Boss[2]
João José Caluzi[3]

Introdução

O objetivo central deste capítulo é divulgar parte dos resultados obtidos em uma tese de doutorado defendida por um dos autores (Souza Filho, 2009). Para que possamos compreender melhor este

1. Professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista, Departamento de Física, Química e Biologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia/Campus de Presidente Prudente (SP). *e-mail:* moacir@fct.unesp.br.
2. Professor assistente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Formação de Professores/Amargosa (BA); doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, UNESP/Campus Bauru. *e-mail:* serginho@fc.unesp.br.
3. Professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista, Departamento de Física, Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Também professor do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* caluzi@fc.unesp.br.

artigo é necessário entender a estrutura geral da tese, a qual podemos dividir em três partes: um referencial epistemológico baseado em Gaston Bachelard (1884-1962); um referencial histórico no qual fazemos uma recorrência história do *eletromagnetismo clássico*; e o trabalho em sala de aula, que se subdivide nas *etapas do tempo crítico* (conscientização, desequilibração e familiarização) propostas por Santos (1998), com as três partes sendo fundamentadas em Bachelard. O trabalho em sala de aula foi realizado em um curso de extensão universitária que será detalhado na seção "Metodologia do trabalho de pesquisa e as etapas da psicanálise". No presente artigo, estudaremos apenas a etapa da *desequilibração.* As etapas da conscientização e familiarização (que corresponde às análises dos questionários) serão abordadas em outro trabalho.

A desequilibração consiste em um processo *dialético* e *dialógico* entre o *erro* e a *verdade*; entre a *razão* e a *experiência*, que visa compreender alguns elementos do processo de aprendizagem. Trata-se da análise das "falas" dos "sujeitos" no decorrer do curso proposto em nossa pesquisa. Dentro da desequilibração, classificamos em um primeiro trabalho (Souza Filho et al., 2008) as ideias expressadas pelos estudantes em sala de aula nas diferentes zonas do perfil epistemológico. Naquele trabalho tivemos oportunidade de montar um quadro comparativo entre os níveis *epistemológicos* (cientistas) e *ontológicos* (estudantes). Complementando aquele artigo, neste trabalho propomos mostrar como o processo dialético e sintético (baseado no experimento de Ørsted) pode contribuir para o processo de aprendizagem. Portanto, é no conjunto desses dois trabalhos que consiste a etapa da *desequilibração*, e que pode ser consultada em Souza Filho, 2009.

Antes de apresentarmos nosso trabalho é preciso esclarecer alguns pontos teóricos. Detalhes das etapas do tempo crítico da psicanálise podem ser consultados em Souza Filho et al. (2009).

Reflexões sobre a epistemologia bachelardiana

Gaston Bachelard viveu o período de transição entre os séculos XIX e XX, um período revolucionário para as ciências físicas. Foi professor de Física, Química, Filosofia e membro da Academia de Ciências Francesa. Seus trabalhos (teses e livros) estiveram sempre voltados para questões epistemológicas, tendo como pano de fundo suas preocupações pedagógicas.

Sua epistemologia pode ser caracterizada como *histórica*, *descontinuísta*, *racionalista* e *dialética*: *histórica* não no sentido de reviver um passado, mas no de encontrar nesse passado as respostas para a compreensão de questões do presente. Diferentemente das epistemologias que consideram a história como linear e cumulativa, Bachelard, a exemplo de Thomas Kuhn, considera que a história se desenvolve por *rupturas* e *revoluções*. Bachelard, embora se coloque no ponto central entre razão e experiência, acredita que o vetor epistemológico vai do racional ao real, ou seja, é sempre a *razão* que guia nossas ações. E, finalmente, Bachelard concebe que é por meio de um processo *dialético* que o conhecimento científico e humano se desenvolve.

A *dialética* em Bachelard não pode ser confundida com a acepção clássica do termo, que procede por oposição entre a *tese* e a *antítese*. Na dialética bachelardiana, a tese e a antítese não são contraditórias, pelo contrário, elas são complementares. Trata-se de duas positividades. "Ela imprime um movimento indutivo que a caracteriza e que determina uma reorganização do saber numa base alargada" (Bachelard, 1991, p.127).

Segundo Japiassu (1976, p.66), trata-se de um diálogo entre elaboradores de hipóteses e teorias e os efetuadores de experiências. Essa troca de informações tem por objetivo ajustar tanto a *teoria* quanto a *experiência*. Esse ajustamento de forma alguma assegura que a teoria esteja destinada a encontrar um meio de realizar-se, mas, assim como a experiência, está sujeita a riscos e a fracassos. Os

riscos e os fracassos, em vez de revelarem uma crise da ciência, são a ocasião de um trabalho, porque proporcionam aos cientistas oportunidade tanto de reverem suas teorias e de formularem novas hipóteses, quanto de aperfeiçoarem suas experiências e de melhor controlarem seus instrumentos. Por intermédio desse processo é que se *reorganiza o saber*. E é essa reorganização que Bachelard chama de *dialética*.

De forma análoga ocorre o processo dialético entre o *erro* e a *verdade*. É por meio do diálogo e do ajustamento entre esses dois polos que o conhecimento epistemológico e ontológico se desenvolve.

A conotação positiva atribuída ao erro por Bachelard

O erro é um tema de pesquisa multidisciplinar, ou seja, tem sido objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento. De acordo com Torre (2007, p.20), a palavra "erro" pode assumir dois tipos de conotações distintas: a *negativa* e a *positiva*.

O erro em sua conotação *negativa* possui um caráter destrutivo ou deturpativo, na qual, geralmente, ocorre uma falha irreversível. Podemos citar como exemplos: os acidentes de trânsito, os erros médicos (que podem agravar uma enfermidade ou levar o paciente ao óbito), injustiças cometidas contra alunos, etc. Esses erros podem e devem ser evitados! No campo da didática e da pedagogia, em que o ensino dogmático-transmissivo foi hegemônico principalmente na primeira metade do século passado, o erro era considerado como um mal a ser evitado. Assim, essa modalidade de ensino tinha como pressuposto norteador evitar ou diminuir a ocorrência do erro por meio de um ensino autoritário e por meio de treinamento exaustivo do conteúdo. A repreensão, a sanção ou o castigo eram estratégias utilizadas pelo professor em relação ao aluno para se evitar a ocorrência e a reincidência dos erros.

Em uma conotação totalmente antagônica ao sentido anterior atribuído ao erro, temos sua conotação *positiva*, que está em conso-

nância com a concepção bachelardiana e que confere o caráter da positividade ao erro. O erro não é mais entendido como um resultado, mas é fruto de um processo criativo e construtivo da aprendizagem. Nesse sentido, devemos conceber o *erro* como um sintoma de problemas no processo de aprendizagem e não como um mal a ser evitado.

Essa vertente processual se inscreve numa linha pedagógica construtivista, em que o ensino é centrado num processo educativo e interativo entre o educador e o educando. Trata-se de uma comunicação horizontal: *dialógica* e *dialética*. Santos (2005, p.31) elencou algumas características dessa abordagem: valoriza as *ideias prévias* do aprendiz; o sujeito cognoscente exerce um *papel ativo* no processo de aprendizagem; o papel do professor é de *organizador* e *facilitador* das atividades cognitivas; e, finalmente, o conhecimento passa por *reestruturações sucessivas* durante o processo.

Bachelard (2004, p.245) defende que todo conhecimento busca sua referência no passado do sujeito, ou seja, em suas experiências antecedentes. Ao considerarmos as ideias prévias que os alunos possuem e trazem para o ambiente escolar e a complexidade do conhecimento científico, somos obrigados a concordar com Bachelard em que o conhecimento não tem um ponto de partida nem uma linha de chegada. A ideia de iniciar da "estaca zero" e de se chegar a uma *verdade* definitiva não tem fundamento. Se não existem limites para o conhecimento, trata-se de um "eterno recomeçar". Pensar a ciência e o conhecimento como *processo*, ou seja, que o conhecimento se divide num *antes* e *depois* é efetivamente considerar a descontinuidade do pensamento e valorizar as pré-concepções existentes. Assim, "entre os dois polos do mundo *destruído* e do mundo *construído*, propomos simplesmente introduzir um mundo *retificado*" (Bachelard, 1977, p.63). Assim, para Bachelard (2004, p.19), "não há *verdade* sem *erro* retificado". Eis a essência do conceito de *retificação* segundo o nosso autor.

Para Torre (2007, p.36), "dizer que a ciência se constrói sobre as ruínas dos erros cometidos, equivale a dizer que o *novo* tem suas raízes no *velho*". Nas palavras de Bachelard (2004, p.19), "o antigo

explica o novo e o assimila; e, vice-versa, o novo afirma o antigo e o reorganiza". Portanto, não há conhecimento novo que não esteja determinado de alguma maneira por conhecimentos anteriores. O conhecimento nada mais é do que a *retificação* de passos anteriores e "a verdade resulta de uma *rejeição sucessiva de erros*" (Santos, 1998, p.133). Lopes (1996, p.254) afirma que "o conhecimento é sempre a reforma de uma ilusão". Para a autora, "conhecemos sempre *contra* um conhecimento anterior, retificando o que se julgava sedimentado".

Como vimos, Bachelard considera o *erro* como um "passo" necessário do conhecimento num processo de uma busca infindável a uma *verdade* inatingível, sempre em progresso. O aprendiz nessa busca constante pela verdade está sujeito a incorrer no *erro*. O *erro* de que nos fala Bachelard não corresponde a uma afirmação gratuita feita sem nenhum esforço de pensamento. Trata-se de um *erro positivo, normal* e *útil*, que "exerce uma função positiva na gênese do saber" (Bachelard, 1996, p.298).

Assim, se o ato de conhecer provoca polêmicas na mente cognoscente, seguidas de múltiplas *retificações*, é porque estamos nos aproximando de uma *verdade*, para "que haja *erros* e, por conseguinte, *retificações*; parece uma prova de que há um *objeto*. A existência de um *erro subjetivo* prova a existência de uma *verdade objetiva*" (Bachelard, 2004, p.249).

Bachelard considera que o processo dialético entre *o erro e a verdade* ou entre *a experiência e a razão* propicia uma aproximação a um conhecimento mais elaborado e sistematizado. Em outras palavras, por meio desse processo de ajustamento é que ocorre a aprendizagem. Nas palavras de Bachelard (2004, p.251), "o erro é um dos tempos da dialética que precisa ser transposta. Ele suscita uma investigação mais precisa, é o elemento motor do conhecimento". Nesse sentido é que vai nortear o nosso "olhar investigativo".

O processo dialético entre razão e experiência

De acordo com a filosofia tradicional, a apreensão dos dados provenientes da natureza, feita por meio da observação e da experimentação, era a forma indubitável de se atingir a *"verdade"*. O conhecimento do objeto seria realmente alcançado pela percepção dos fatos e pela sensação dos sentidos humanos. Assim, a fonte segura do conhecimento para se chegar à *verdade* seria um contato direto com o *real*. Em outras palavras, as leis que governam o nosso mundo já estariam determinadas *a priori* e seriam simplesmente verificadas e confirmadas pelo sujeito cognoscente.

Para Bachelard (2004, p.15), da mesma forma que a *sensação* não permite ao sujeito o conhecimento pleno do objeto, também a *razão* não é a fonte segura para se chegar ao conhecimento científico. Ele exemplifica afirmando que a visão artística e o sentimento religioso pertencem à razão humana e consequentemente não possuem um caráter concreto. Sendo assim, eles são verdadeiramente válidos, na medida em que aceitam as categorias *a priori* do sujeito. Desta forma, arte e religião caracterizam-se pelo caráter *idealista,* em que a razão e a fé não seriam as fontes do conhecimento.

Refletindo acerca da ciência e da arte, Paiva (2005, p.15) argumentou que a arte é fundamentalmente *subjetiva*, portanto isenta de compromissos com a verificação. A ciência, pelo contrário, pauta-se por uma lógica, por uma metodologia e por um esforço de comprovação. Embora ambas pertençam a esferas filosóficas distintas, temos que considerar que as teorias científicas são criações da mente humana e, portanto, são análogas às imaginações artísticas, em que a razão comanda a ação. Nessa perspectiva, o *sujeito* assume uma condição de *criador* do seu próprio conhecimento. Em outras palavras, o conhecimento é construído pelo sujeito cognoscente.

Devemos destacar a importância do sujeito e do objeto para o conhecimento. Pois, para Bachelard (2004, p.18), se o *dado* não ti-

vesse nenhuma forma, então nenhum conceito poderia ser formado e a reflexão não teria nenhum poder sobre ele. Inversamente, se o *espírito* não tivesse nenhuma categoria, a função *dado* não teria nenhum sentido. Nessa perspectiva, a ciência passa a ser o produto de um trabalho com duas facetas: uma *objetiva* e outra *subjetiva*. Esse dualismo é a base da *nova filosofia científica*.

Para Japiassu (1976, p.41), o filósofo não pode ser o homem de uma só doutrina, seja ela *idealista*, *racionalista*, *realista* ou *positivista*. Criticando o pensamento unitário, Bachelard (1991, p.7) observa que os *cientistas* desconsideram uma preparação metafísica. Para eles, a filosofia da ciência está somente no *reino dos fatos* ou da *ação*. Por outro lado, os *filósofos* consideram suficiente a *reflexão* sobre o objeto, se posicionando apenas no *reino das ideias*.

Em síntese, Bachelard se coloca no ponto central entre o *realismo* e a *racionalismo*. Para nosso autor, *razão* e *experiência* trocam conselhos sem fim, num processo dialético. Nem uma, nem outra é a fonte da verdade, sendo ambas instâncias necessárias para se "aproximar" da verdade.

A descoberta do eletromagnetismo: o experimento de Ørsted[4]

A unificação entre a *eletricidade* e o *magnetismo* só ocorreu em 1820, quando o cientista dinamarquês, professor da Universidade de Copenhague, Hans Christian Ørsted,[5] em um curso sobre eletricidade, galvanismo e magnetismo, diante de uma audiência familiarizada com os princípios da filosofia natural, colocou a agulha

4. Um levantamento feito sobre os obstáculos epistemológicos, presentes nos licenciandos em Física, relacionados ao experimento de Ørsted pode ser consultado em Souza Filho e Caluzi (2005).
5. Hans Christian Ørsted (1777-1851), cientista dinamarquês, professor da Universidade de Copenhague e secretário vitalício da Academia de Ciências de Copenhague.

imantada de uma bússola próxima a um fio conduzindo corrente e verificou que essa interação produzia um torque na agulha magnética. Esse importante experimento representou a gênese de um novo campo de pesquisa: *o eletromagnetismo.* Para mais detalhes, ver Ørsted (1986).

Ørsted estava inserido em uma corrente filosófica germânica denominada *Naturphilosophie,* que via o universo como um todo interagente e buscava a unificação de fenômenos da natureza como *química*, *luz*, *calor*, *eletricidade* e *magnetismo*.

As concepções que Ørsted tinha em relação à corrente elétrica era de um duplo fluxo de eletricidade em sentidos opostos, ou seja, "uma sucessão de interrupção e restabelecimento de equilíbrio, de forma que as forças elétricas estavam em estado de conflito permanente". Ørsted considerava que a produção de calor e luz por meio da corrente elétrica em um fio metálico fino era uma evidência de que calor e luz tinham uma profunda relação com a eletricidade (Ørsted, 1986, p.116). Ele imaginou que, para manifestar também os efeitos magnéticos, era necessário que o aparelho utilizado fosse forte o suficiente para incandescer um fio metálico (Ørsted, 1820, p.274).

Ao tratar da analogia entre *eletricidade* e *magnetismo*, Ørsted imaginou que o efeito magnético poderia irradiar do fio como luz e calor e que, "se fosse possível produzir algum efeito magnético pela eletricidade, isso não poderia ser na direção da corrente, pois fora tentado em vão, mas deveria ser produzido por uma ação lateral". Portanto, "como o efeito luminoso e o calor da corrente elétrica saem em todas as direções do condutor, que transmite uma grande quantidade de eletricidade; então ele [Ørsted] pensou ser possível que o efeito magnético irradiasse de maneira semelhante [do fio]" (Ørsted, 1998, p.546).

Após escrever detalhadamente suas observações, Ørsted esclarece que o conflito elétrico não está confinado apenas no condutor, mas está disperso no espaço subjacente. Para ele, o conflito realiza círculos que, combinados ao movimento progressivo ao longo do fio, forma uma linha helicoidal ao seu redor. Como ele considerava

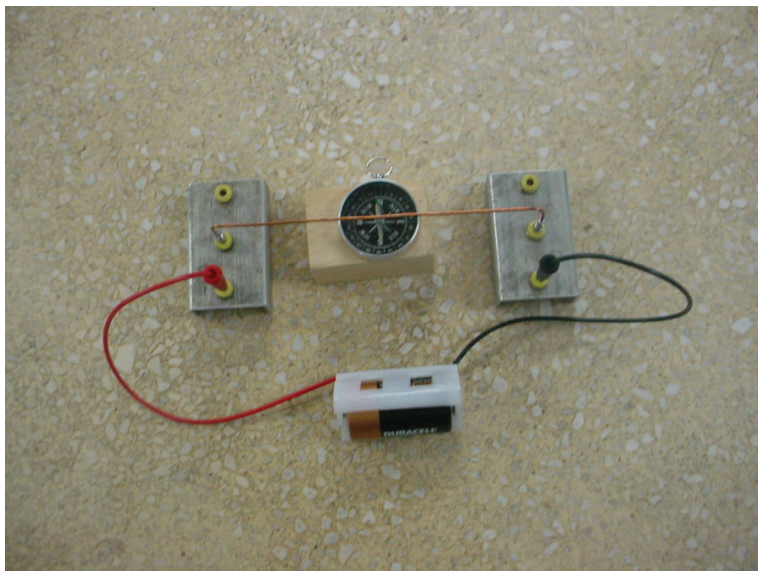



Figura 1 – Reprodução do experimento de Ørsted realizado em sala de aula

dois fluxos de eletricidade em sentidos contrários, ou seja, cargas positivas e cargas negativas se movendo em direções opostas ao longo do fio, isto o levou a supor que a eletricidade negativa se moveria em sentido horário e atuaria sobre o polo norte, mas não sobre o sul. De maneira similar, explicou que a eletricidade positiva se moveria em sentido contrário, atuando apenas sobre o polo sul, mas não sobre o polo norte (Ørsted, 1820, p.276).

André-Marie Ampère discorda da ideia sugerida por Ørsted de que existiria uma espécie de "conflito elétrico" girando ao redor de um fio e que empurrava seus polos provocando um torque na agulha magnética. Adepto da filosofia newtoniana, Ampère concebe a presença de forças de *ação e reação* agindo ao longo da reta que une dois elementos de corrente à do *fio condutor* e da corrente no interior da *agulha imantada*. Ampère interpreta o experimento de Ørsted como *interação entre correntes elétricas*: as correntes elétricas do *fio* e da *agulha imantada* da bússola.

Jean-Baptiste Biot (1774-1862) e Félix Sarvat (1791-1841) apresentaram uma interpretação diferente da interpretação dada por Ampère. Para eles, não existia interação entre correntes como supunha Ampère, mas sim uma *interação direta entre polos magnéticos*. Ao conectar as extremidades do fio a um aparelho voltaico,[6] a corrente elétrica magnetizaria o fio, espalhando polos magnéticos ao longo de sua seção reta. Consequentemente, os polos magnéticos do fio interagiam com os polos magnéticos ou "moléculas" magnéticas da agulha da bússola. Havia, portanto, "uma ação direta dos polos magnéticos do *fio imantado* sobre os *polos do ímã*" (Assis & Chaib, 2006).

Metodologia do trabalho de pesquisa e as etapas da psicanálise

O trabalho de pesquisa consistiu de um curso de extensão universitária que denominamos Fundamentos Históricos do Eletromagnetismo. Esse curso foi constituído por estudantes do curso de licenciatura em Física, interessados pela história do eletromagnetismo. Além do estudo dessa temática, o curso tinha como objetivo o estudo do sistema cognitivo do sujeito aprendiz.

O curso foi ministrado no decorrer do ano letivo de 2006, com uma carga horária de 60 horas/aulas, distribuídas quinzenalmente em 20 encontros, com duração de 3 horas cada. O curso teve um total de 15 inscritos. A nossa amostra foi composta por alunos com idades entre 18 a 25 anos de idade, cursando o segundo ou terceiro ano do curso de licenciatura em Física da UNESP de Bauru.

Trata-se de uma *pesquisa qualitativa*, que pode ser classificada como *pesquisa-ação*. De acordo com Tozoni-Reis (2007, p.31), a pesquisa-ação "articula a produção de conhecimentos com a ação educativa", ou seja, por um lado ela investiga e produz conheci-

6. Trata-se do que hoje em dia conhecemos como bateria elétrica.

mento sobre a realidade a ser estudada, por outro, ela realiza um processo educativo para o enfrentamento dessa mesma realidade. Assim, existe uma articulação entre a teoria e a prática. Ou seja, os participantes deixam de ser simplesmente "objetos de estudo" para se tornarem pesquisadores do conhecimento sobre sua própria realidade, compartilhando o "conhecimento que trazem de diferentes experiências sócio-históricas" (Tozoni-Reis, 2007, p.32).

A estrutura da coleta e análise dos dados está baseada nas etapas do *tempo crítico da psicanálise* que foram propostas por Santos (1998, p.202-25) e fundamentada em Bachelard. Estas etapas consistem em:

- *Conscientização* (questionário respondido no primeiro dia de aula).
- *Desequilibração* (análise das ideias veiculadas pelos estudantes durante os encontros no decorrer do curso).
- *Familiarização* (questionário referente ao módulo 1 – final do primeiro semestre – e questionário referente ao módulo 2 – final do segundo semestre e término do curso).

O tempo lógico da *desequilibração* consiste numa etapa em que o aluno, após tomar consciência de seus obstáculos e desconfiar de suas certezas, começa a se afastar de seus conhecimentos iniciais, ou seja, das suas *concepções alternativas*. Isto se dá pelo confronto entre esses conhecimentos elementares com conhecimentos mais elaborados que advêm do professor ou dos colegas, em que o aluno busca as razões para a explicação de suas opiniões. As discussões permitem ao aluno se dar conta das divergências existentes entre as concepções e perceber que elas não são *verdades* absolutas. Esse é o momento da *infirmação* das *concepções alternativas*, o qual consiste em "introduzir experiências que as questionem e as contradigam, questões críticas que as ponham em causa, contraexemplos, anomalias históricas, evidências teóricas e práticas reveladoras dos limites de seu campo de aplicação, contrastação experimental no sentido de falsificá-las, etc." (Santos, 1998, p.215). Em outras pala-

vras, a *infirmação* caracteriza-se pela tomada da consciência do *"não"*. Segundo a autora, esse desequilíbrio levará à necessidade de procurar uma nova concepção. Esse conflito cognitivo interno tenderá a ser resolvido pela *familiarização*.

Neste trabalho nos deteremos na análise da *desequilibração*, que corresponde à análise da fala dos sujeitos. A *conscientização* e a *familiarização*, que consistem na análise dos questionários, serão tratadas num outro artigo.[7]

Apresentação e análise dos resultados

Transcrevemos as falas mais significativas ocorridas durante os encontros. Elas podem ser consultadas em Souza Filho (2009). Vamos apresentar neste artigo o processo dialético sintético tendo como exemplo o experimento de Ørsted. Identificamos os sujeitos da pesquisa apenas com as três primeiras letras do nome.

Pretendemos mostrar nos trechos a seguir como o processo dialético de análise e síntese é importante para o desenvolvimento científico e para o processo de aprendizagem de conceitos de maneira geral. Trata-se dos dados referentes à *transcrição 5*, que apresenta um encontro em que foi estudada uma tradução do trabalho de Ørsted (1986), em que ele descreve sua descoberta.

Prof. "[...] desde que seja possível incandescer um fio metálico." Por que ele diz isto?

31. *Sal*: Não sei [...]. Só sei que o ferro perde suas [...]. Que metal que ele utilizava?
32. *Prof.*: Os metais de maneira geral; acho que ele utilizava o latão.
33. *Sal*: Se for ferroso, acima de 700 °C, ele perde suas propriedades.

---

7. Tendo em vista o formato proposto para o livro, foi necessário dividir o trabalho em duas partes. Este artigo sobre *desequilibração* e outro sobre *conscientização e familiarização.*

34. *Prof.*: Mas ele está falando do fio condutor.
35. *Sal*: Sim!
36. *Prof.*: Ele diz que pra produzir o efeito é necessário tornar incandescente o fio metálico.
37. *Sal*: Mas agora é o seguinte: a agulha é imantada?
38. *Prof.*: Sim [...]
39. *Sal*: Se o fio for ferroso, com corrente, "vai dar pau". Se o fio for ferroso e ele se tornar incandescente. O ferro perde suas propriedades em torno dos 600 a 700 °C e *deixa de ser magnético*.

Sabemos que os materiais magnéticos perdem suas propriedades com a temperatura. Ao passar uma corrente intensa pelo fio metálico ele se torna incandescente (aquecendo e emitindo luz visível). O estudante Sal demonstrou na passagem 39 acreditar que o fio *deixa de ser magnético*. Portanto, ele parece interpretar a interação entre dipolos magnéticos como algo semelhante à concepção que os cientistas Biot e Savart tiveram ao interpretar esse fenômeno.

40. *Ali*: Eu acho que *incandescente* explica "a eletricidade que está passando pelo fio". Quanto maior a corrente, maior é a dissipação de calor. Quando o fio se torna incandescente é "visível" que a corrente que passa pelo fio é intensa.
41. *Sid*: Mas ele está associando o magnetismo com o efeito elétrico. E você não precisa "disso" (do fio incandescente). Não precisa de um efeito "observável". Se estiver passando uma corrente elétrica pelo fio, mesmo sem o fio se tornar incandescente, você terá o efeito.
42. *Prof.*: Ele acreditava que o fio deveria se tornar incandescente, pois, para ele, havia relação entre *calor*, *luz*, *eletricidade* e *magnetismo*. Ele não sabia que se ele utilizasse fios com diâmetros maiores, embora o fio não se tornasse incandescente, o efeito seria o mesmo.

Na continuação, Ali considera que Ørsted necessitaria "ver" o fenômeno acontecendo (passagem 40) para interpretá-lo. Em se-

guida, o aluno Sid *retifica* esse pensamento dizendo que *não é necessário observar o fenômeno* acontecendo (passagem 41). Um fio de diâmetro maior produz um melhor resultado!

43. *Prof.*: O que ele quis dizer com *conflito elétrico*?
44. *Sal*: A indução ao redor do fio.
45. *Prof.*: A indução?
46. *Sal*: O *campo gerado* ao redor do fio. Assim funciona o transformador, não é?
47. *Sal*: Você "injeta" uma corrente no fio e, perpendicularmente, você tem um campo magnético, não é? *Pausa*. E que tem a propriedade de induzir uma tensão ou corrente em outro condutor. Ele não tinha este conceito, mas ele observou que você "injetando", ou seja, fazendo circular uma corrente pelo fio, você tem um "conflito elétrico". Que na verdade é o que nós chamamos hoje em dia de *campo magnético*.
48. *Mar*: Eu acho que ele tinha a ideia de que, se você passasse uma corrente pelo fio, você teria um *tipo de atração*. Quando ele colocou a agulha próxima ao fio, ele verificou uma "rotação" diferente, ou seja, outro tipo de atração, e, aí, ele chamou de conflito elétrico. Uma atração contrária. Acho que foi isto que ele quis dizer [...].
49. *Prof.*: Ele tinha a concepção de que havia dois fluxos de eletricidades em sentidos contrários. Estes fluxos entravam em conflito e havia uma "luta" entre os dois tipos de eletricidades (*positiva* e *negativa*) e, por isto, o fio se tornava incandescente.
50. *Sal*: Ele não tinha a concepção de que *o campo girava ao redor do fio*?
51. *Prof.*: A concepção dele é *diferente da que nós temos hoje em dia*. Para ele, havia *dois turbilhões*. Um girando no sentido horário, que empurrava um dos polos para oeste e, o outro, no sentido anti-horário, que empurrava o outro polo para leste.

Para o estudante Sal, a palavra "conflito elétrico" sugere a ideia que temos de um *campo magnético ao redor do fio* (passagens 46 e

47). Mar (passagem 48) diz que a interpretação de Ørsted na época estava relacionada à "atração" ou à "ação contrária", que implicitamente sugere a ideia de uma "interação magnética" por meio de uma "ação a distância", explicadas pelo professor nas passagens 49 e 51. Essa concepção também se assemelha à interpretação dos cientistas Biot e Savart.

Prof.: Utilizando o experimento da Figura 1, coloca a agulha da bússola no mesmo plano horizontal do fio e pergunta:

52. *Prof.*: O que acontece?
53. *Sal*: Está no mesmo plano?
54. *Prof.*: Sim, está.
55. *Sal*: Está escrito aqui que a agulha não sofre nenhum desvio. Ela vai ficar na mesma posição. Ela se manterá no mesmo eixo de orientação do fio.
56. *Prof.*: Observem o que acontece [...].
57. *Sal*: Nada!
58. *Prof.*: Você tem certeza? Acontece "algo". O que está acontecendo?

Os alunos observam. Pausa.

59. *Prof.*: O que acontece?

Sal: Ela mexe um pouquinho [...]

60. *Prof.*: Por quê?
61. *Mar*: Ela está se movendo assim: na vertical e não na horizontal.

Mar pega um giz e o movimenta na vertical.
Sal aproxima os olhos da agulha magnética e diz:

62. *Sal*: De fato, o Mar tem razão.
63. *Prof.*: O que acontece é que aquela ponta verde sobe e a outra ponta desce.
64. *Prof.*: É, e como ela está no mesmo plano, ela não consegue girar e sofrer uma *deflexão horizontal* (giro).

Mesmo observando um fenômeno, não conseguimos entender o que realmente acontece. O professor colocou "propositalmente" a

agulha magnética no mesmo plano horizontal do fio condutor. Embora a agulha não gire, isso não significa que ela não sofra a influência da corrente elétrica. O aluno Sal, embora consciente disso (passagem 53), não nota que ela sofre influência (passagem 57). O professor explica que a bússola se move no seu eixo vertical e não no eixo horizontal, o que provocaria o giro da agulha da bússola (passagens 63 e 64).

O Prof. pega uma agulha não magnética (de latão) e pergunta:
102. *Prof.*: O que vai acontecer se colocá-la próximo ao fio?
103. *Sal*: Ela vai girar [...]. Mas espera aí: não dá pra saber qual é o *norte* e qual é o *sul* da "latinha".
104. *Sal*: Então, não vai acontecer nada!
O Prof. faz o experimento com a agulha de latão e mostra que ela não sofre nenhuma influência da corrente elétrica.
105. *Mar*: Ela não se mexe pelo "peso" da agulha.
106. *Prof.*: Você está dizendo que ela não se move pelo tamanho da agulha?
107. *Mar*: Sim, porque se fosse uma agulha "menorzinha" ela se moveria.
108. *Nel*: Não é isto! É porque ela *não é magnética*!
109. *Prof.*: Os efeitos eletrostáticos atuam em uma variedade de materiais. Já o efeito magnético apenas atua em corpos magnetizáveis.

Nesse trecho, os alunos estão diante do experimento. O professor utiliza um grampo aberto (semelhante àqueles que prendem os papéis em pastas – colchete tipo "bailarina"), que, apesar de ser um objeto metálico, *não possui propriedades magnéticas*. Inicialmente, o estudante Sal diz que ela vai "girar". Em seguida, ele *retifica* seu pensamento e reconhece que o material não é magnético (passagem 103). Em seguida, afirma que a agulha (que não é magnética) não sofre influência (passagem 104). O aluno Mar parece ignorar o que foi dito, pois para ele a agulha é grande e possui uma quantidade de "massa" grande (trechos 105 e 107). Finalmente, o

professor apresenta a conclusão a que Ørsted chegou ao perceber que *o conflito elétrico atua sobre corpos magnetizáveis*.

O Prof. lê que o conflito não está confinado apenas no fio condutor, mas está disperso ao seu redor

110. *Prof.*: O que acontece com o calor? Ele se irradia do material.
111. *Sal*: Não é difícil se enganar com esta concepção.
112. *Prof.*: Ainda mais que era difícil aceitar a concepção de *um "campo magnético" circulando ao redor do fio* [...].

158. *Sal*: Realmente, deve ter sido difícil aceitar a ideia de um campo "girante".

Assim como luz e calor, Ørsted afirmou que o efeito podia se *irradiar* do material (passagem 110). O estudante Sal reconhece que, para uma pessoa que não possua a concepção de que existe um campo magnético circulando ao redor do fio, é difícil aceitar que o efeito pudesse irradiar do fio condutor.

Este artigo discute o processo de *análise* e *síntese*. Um *processo dialético* em que a *razão* e a *experiência* trocam informações. Quando o experimento não é capaz de explicar o fenômeno, recorre-se à razão. Inversamente, quando a razão tem uma "opinião" formada, é necessário verificá-la. A nova experiência vai questionar novamente o pensamento, que, por sua vez, vai levantar novas dúvidas a serem investigadas. Assim, esse processo ocorre *indefinidamente*. Nesse processo, está presente a relação *dialética erro-verdade*. Na busca indefinida pela verdade, à medida que aparecem os erros, eles vão sendo retificados pelo pensamento, fazendo com que o conhecimento evolua e se aproxime mais da verdade. Novos erros surgem e o conhecimento "dá mais um passo" em direção à verdade. A evolução do pensamento possui essa característica, em que o *erro retificado* "dá lugar" a uma *verdade provisória*.

Considerações finais

As transcrições apresentadas podem ser divididas em três partes que ilustram o processo de dialética e síntese. No primeiro caso, o fato de Ørsted possuir a concepção de "conflito elétrico" nas adjacências do fio, ou, ainda, de o aluno possuir a ideia de *campo ao redor do fio*, só faz sentido por meio de uma *verificação experimental*. Um obstáculo presente e a que Bachelard chama a atenção, é o obstáculo *substancialista*, em que o cientista e o aluno imaginam que "algo" ou um "meio" tem que transmitir essa força para a agulha da bússola. Por outro lado, o fato de a agulha magnética não se movimentar quando posta no mesmo plano do fio, ou, ainda, paralelo a ele, deve ser explicado com *base na razão*. Ao colocar a bússola no mesmo plano do fio, este permaneceu praticamente estático, no entanto, uma predição teórica sugere que a agulha sofreu influência, mas, pelo fato de ela ter se movido apenas no plano vertical, o efeito não pode ser observado no plano horizontal (giro). Aqui, trata-se da *experiência primeira*. O objeto observado não revela a essência do fenômeno presente. No último trecho, nas proximidades do fio foi colocada uma agulha "não magnética" que permaneceu inerte à passagem da corrente elétrica pelo fio. Atribuir essa imobilidade da agulha ao seu *tamanho* e *massa* é um *erro*. O raciocínio permite avaliar que ela não se move porque, apesar de ser metálica, *ela não é magnética*. Resumindo, podemos dizer que, quando o experimento evidencia os fenômenos, é preciso explicá-los. Quando criamos modelos teóricos, é preciso verificá-los. Isso caracteriza o *processo dialético* entre o *realismo* e o *racionalismo*. Analogamente, o aluno não aprende sem errar, e o erro não faz sentido sem uma "verdade" a ser alcançada. Ao mencionarmos os *erros históricos*, é possível relacioná-los com os *erros didáticos* ou *pedagógicos*.

Referências bibliográficas

ASSIS, A. K. T., CHAIB, J. P. M. C. Nota sobre o magnetismo da pilha de Volta – Trad. coment. primeiro artigo de Biot e Savart sobre o eletromagnetismo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v.16, n.2, p.303-6, 2006.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

_____. *A filosofia do não:* filosofia do novo espírito científico. 5.ed. Lisboa: Presença, 1991.

_____. *A formação do espírito científico:* contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 3.reimpr. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado.* Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

JAPIASSÚ, H. *Para ler Bachelard***.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p.248-73, 1996.

ØRSTED, H. C. Experiments on the Effect of a Current of Electricity on the Magnetic Needle. *Annals of Philosophy*, v.16, p.273-7, 1820. Disponível em <http://www.ampere.cnrs.fr>. Acesso em 26/3/2008.

_____. Experiência sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética. Trad. Roberto Martins. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v.10, p.115-22, 1986.

_____. New Electro-Magnetic Experiments. In: *Selected Scientific Works of Hans Cristian Ørsted*. Trad. e edit. Karen Jelved, Andrew D. Jackson e Ole Knudsen. Nova Jersey: Princeton University Press, 1998. p.421-4.

PAIVA, R. C. S. *Gaston Bachelard*: a imaginação na ciência, na poética e na Sociologia. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2005.

SANTOS, M. E. V. M. *Mudança conceptual na sala de aula*: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado. 2.ed. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

SANTOS, M. E. V. M. *Que educação?* 1.ed. Lisboa: Santosedu, 2005.

SOUZA FILHO, M. P. *O erro em sala de aula*: subsídios para o ensino do eletromagnetismo. Bauru, 2009. 229 f. Tese (doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista.

______, CALUZI, J. J. Os obstáculos epistemológicos dos estudantes do curso de licenciatura em Física ao clássico experimento de Ørsted. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, V, Bauru, 2005. *Atas do V Enpec*. Bauru: Associação de Pesquisadores em Ensino de Ciências, 2005.

______, BOSS, S. L. B., CALUZI, J. J. Perfil e obstáculo epistemológico na aprendizagem do conceito de ímã. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI, Curitiba, 2008. *Anais*... Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, 2008.

______. As etapas do tempo crítico da Psicanálise, o processo dialético e o perfil epistemológico: estratégias de ensino que podem subsidiar o pesquisador na avaliação do processo de aprendizagem. In: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). *Ensino de Ciências e Matemática II:* temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p.167-82.

TOZONI-REIS, M. P. C. *Metodologia de pesquisa científica*. Curitiba: Iesde Brasil, 2007.

TORRE, S. *Aprender com os erros*: o erro como estratégia de mudança. Porto Alegre: Artmed, 2007.

8

O texto alternativo ao livro didático como proposta interdisciplinar do Ensino de Ciências e Matemática[1]

Raquel Sanzovo Pires de Campos[2]
Rafael Montoito[3]

Introdução: textos alternativos ao livro didático na sala de aula

Sabe-se que a formação de leitores ocorre a partir da leitura de uma diversidade de textos, leituras com múltiplos propósitos, como informar, entreter, argumentar, persuadir, etc., que não se

1. Este trabalho, elaborado em co-autoria com Rafael Montoito, é fruto da reflexão da dissertação do mestrado em Educação para Ciência de Raquel Sanzovo Pires Campos. Desse modo, conta com a colaboração direta de sua orientadora, a profª drª Luciana Maria Lunardi Campos, do Instituto de Biociências – UNESP/Botucatu.

2. Licenciada em Ciências Biológicas, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências – UNESP/Campus Bauru. *e-mail:* raquelsanzovo@gmail.com.

3. Licenciado em Matemática, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências – UNESP/Campus Bauru. *e-mail:* xmontoito@ig.com.br.

realizam com a única finalidade de cumprir as exigências de um programa, o que frequentemente acontece na escola (Kaufman, 1995 apud Giraldelli & Almeida, 2007, p.5). No entanto, é frequente encontrar em muitos ambientes de ensino de Ciências o livro didático como praticamente a única proposta de leitura (Gambarini & Bastos, 2006). Sabe-se, porém, que os textos presentes nesse tipo de material apresentam pouca variabilidade textual, geralmente são fragmentados e, muitas vezes, carecem de coesão e coerência, trazendo sérios prejuízos aos educandos (Berg, 2004). Compreende-se, então, que os textos alternativos ao livro didático (tais como livros de literatura, poesia, artigos de jornais e revistas, etc.) são importantes instrumentos para o ensino de Ciências.[4]

Massi et al. (2008) relatam que a adoção desses textos para o ensino de Ciências tem sido sugerida por vários pesquisadores brasileiros e indicam autores que propõem a utilização de textos alternativos no ensino de Ciências, com ênfase em textos de divulgação científica, uma vez que estes apresentam recursos visuais, formato próprio e vocabulário simples voltado para o leitor (Cavalcanti, 2003).

Ainda que os textos alternativos ao livro didático apareçam como recurso didático em algumas salas de aula, sendo utilizados esporadicamente por uma parcela ainda que pequena dos professores, eles concentram-se nas suas áreas específicas: poesias, músicas e charges para o ensino de Língua Portuguesa, reportagens de jornais e revistas para o ensino de Geografia ou História, tabelas e índices para o ensino de Matemática, reportagens sobre meio ambiente ou animais para o ensino de Biologia, etc. Pouco (ou quase nada) se vê a respeito de, por exemplo, textos alternativos sendo

---

4. Chalmers (1993) acredita que não exista uma única categoria como "Ciência" e que assim não é possível estabelecer qual área do conhecimento se encaixaria nessa categoria, por exemplo, a Biologia, a Sociologia ou a Matemática e assim por diante. É por esse motivo, portanto, que consideramos neste trabalho tanto a Matemática quanto as Ciências Biológicas dentro da categoria "Ciência".

utilizados fora das aulas de Literatura ou Língua Portuguesa. Isso ocorre porque se tem considerado os textos apenas pelo conteúdo que especificamente encerram, numa visão pontual e limitada, sem se levar em conta que eles podem ser articulados com diversos conceitos e conteúdos distintos. Além disso, há um aspecto bastante importante que tem passado despercebido: o valor da imaginação e da afetividade na construção de ideias, conceitos e visões de mundo e, portanto, de ciência.

Nas palavras de Farias,

> as histórias são importantes porque ensinam; educam; ampliam o conhecimento; provocam reflexões pessoais e coletivas; despertam sentimentos adormecidos; comovem; propiciam momentos de ludicidade; alimentam a cognição, o espírito e a alma; transmitem valores; recriam a memória; ativam a imaginação; aliviam as dores do coração, auxiliando na transformação pessoal e na cura dos ferimentos psíquicos; mantêm viva a tradição e expandem a linguagem, enriquecendo o vocabulário. Elas permitem, ainda, extrapolar os limites da compreensão lógica sobre o mundo, rompendo, assim, com o nosso modelo de educação escolar. (Farias, 2006, p.30)

A narrativa literária (muitas vezes com passagens fantásticas se formos pensar em textos para se trabalhar com crianças e adolescentes), pelo modo como seus personagens, ações e acontecimentos são descritos, faz com que o leitor utilize, na sua leitura e compreensão, as dimensões sensorial, intuitiva, emocional e racional do seu ser e, no entanto, essas dimensões não são dicotomizadas nem hierarquizadas, mas sim complementares. Quando isso é favorecido, dá-se uma mudança no comportamento do leitor, resultando no conhecimento adquirido, como nos diz D'Ambrosio (2001). E, por ser agradavelmente recebida, os alunos se envolvem emocionalmente com a narrativa e se identificam com os personagens, passando a viver o jogo ficcional e se projetando na trama da narrativa (Amarilha, 1997). Com essa identificação, a história con-

segue criar expectativa e interesse dos ouvintes e, assim, pode ser encarada como uma "facilitadora" no processo de aprendizagem, já que, quando o conteúdo é prazeroso e faz sentido, o aluno se aproxima facilmente do mesmo, possibilitando que um contato subsequente com esse conteúdo seja mais harmonioso (Carvalho, 1998).

O ambiente imaginário, os personagens fictícios, as situações que beiram o absurdo, misturadas com as informações reais presentes nas narrativas, possibilitam ao leitor fazer uso da sua intuição. Por *intuição*, tomamos aqui a ideia de Kant (apud Fossa, 1998, p.62), para quem "*intuição* é um termo técnico. Não se refere àquela introspecção excêntrica e desconcertante encontrada somente nas mulheres e nos grandes artistas; ao contrário, é aquela faculdade que está em contato direto com o objeto de pensamento". Em outras palavras, isto significa dizer que a intuição está diretamente relacionada aos objetos que se deseja conhecer, para os quais o pensamento humano está direcionado e que, quanto mais for manipulada pedagogicamente, mais facilmente ancorará a construção dos conceitos. No caso da nossa investigação, a linguagem literária tenderá a despertar a intuição, agindo como um elo para a construção do conhecimento científico.

Desse ponto de vista, os textos alternativos ao livro didático são considerados como recursos enriquecedores no processo de ensino e aprendizagem, pois "trazem novas questões, ampliam a visão de ciência e de mundo do aluno e do professor, possibilitando a criação de novas metodologias e estratégias de ensino, aprofundando e contextualizando o conteúdo abordado" (Salém & Kawamura, 1996 apud Pery, 2005).

O que não pode acontecer é a simples troca do livro didático por um texto alternativo a ele, pois há pouca (ou nenhuma) diferença em analisar um conceito definido no primeiro ou citado no segundo. A intenção, ao se utilizar textos alternativos, é ir além do conceito, articulando ideias e disciplinas e envolvendo as dimensões cognitivas e afetivas do aluno. As histórias exercem a função

de semeadoras da criatividade e, através delas, o aluno vai além do seu universo, explorando, no imaginário, o desconhecido, a mágica e o extraordinário. Elas podem propiciar alegria, encantamento, fruição e prazer para seus leitores, desenvolvendo sua imaginação de maneira prazerosa (Souza & Castro, 2004).

A escolha dos textos que serão utilizados demanda do professor um grande conhecimento nesse assunto e, também, dos seus alunos: a literatura, conforme diz Stadler (2007), está cheia de deliciosas mensagens implícitas e a escolha delas, para se trabalhar com o aluno ou simplesmente pensar acerca daquilo que tentam nos dizer, não se dá, de maneira alguma, "por serem as melhores sobre algum ponto de vista, é uma simples escolha pessoal" (Stadler, 2007, p.45) galgada na intenção de fazer os alunos se sentirem partícipes da história, motivados a seguir a narrativa e descobrir/construir, através dela, os conceitos-chave que serão trabalhados.

O ideal é criar, assim como Martins et al. (2004), situações para a sala de aula que confluam para um trabalho produtivo, utilizando-se de diversos tipos de textos (no caso dos autores citados, eles utilizaram textos jornalísticos, de divulgação e didáticos). Em seus relatos, vemos que

> o texto de divulgação funcionou como um elemento estruturador; ajudando a motivar perguntas e organizar explicações; elementos. A leitura do texto e as mediações estabelecidas por professora e alunos permitiram contextos para a aquisição de novas práticas de leitura e desencadearam debates que tiveram alto grau de participação dos alunos. Assim, foi possível estabelecer relações com o cotidiano dos alunos, ampliar seu universo discursivo, e ressaltar aspectos da natureza da prática científica. (Martins et al., 2004, p.108)

Textos alternativos ao livro didático para o ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática

Não é de hoje que se pensa nessa metodologia de ensino: Lewis Carroll, autor de *Alice no país das maravilhas* e professor da Universidade de Christ Church, em Oxford, muito antes que surgissem as indicações para o uso de textos alternativos, já havia percebido que seus alunos chegavam à universidade sem os conhecimentos necessários para prosseguir seus estudos (Montoito, 2009). Devido a isso, dando vazão à sua criatividade, "começou a inserir histórias e toques de humor em suas equações e silogismos" (Montoito & Mendes, 2006), com o intuito de estimular seus alunos e ajudá-los a superar os exames universitários, chegando mesmo, algumas vezes, a pagar "do próprio bolso para publicar guias de matemática e lógica para os estudantes, aos quais acrescentou, mais tarde, obras que exploravam novas dimensões dessas disciplinas" (Cohen, 1998, p.102).

Nas suas palavras, o ensino transmitido apenas oralmente podia causar uma grande confusão, a qual era tratada com descaso tanto pelos alunos quanto pelos professores. Sua crítica ao sistema educacional da época, evidenciada no poema que se segue, permanece bastante atual:

> O ponto mais importante, vejam bem, é que o professor seja revestido de um ar de *majestade* e colocado a uma certa distância do aluno; o aluno, por sua vez, deve ser *degradado* tão baixo quanto possível.
>
> Mesmo porque, vocês bem sabem, o aluno nunca é tão humilde quanto deve.
>
> Por isso é que eu me sento no ponto mais recuado da sala; atrás da porta (que fica sempre fechada) senta-se um guarda; atrás da segunda porta (que também fica sempre fechada) senta-se um segundo guarda e, enfim, no pátio, senta-se o *aluno*.
>
> As perguntas são gritadas, um para o outro, e as respostas voltam pelo mesmo caminho. Fica um pouco confuso até que as pessoas se acostumem. Veja um pouco como a aula funciona:

O Professor – Quantas são duas vezes três?
O Guarda – Qual é o aluno da vez?
O Subguarda – O que a Rainha fez?
O Subsubguarda – O seu cão é pequenez?
O Aluno – (timidamente) Dez reais.
O Subsubguarda – Mas quais?
O Subguarda – Não sei mais.
O Guarda – Dois quintais.
O Professor – (um pouco desconcertado, mas tentando outra pergunta) Divida cem por doze.
O Guarda – Por favor, não ouse!
O Subguarda – Mas que pose!
O Subsubguarda – C'est quelque chose.
O Aluno – (surpreso) O que quer dizer isso?
O Subsubguarda – Carregue a mala!
O Subguarda – Qual é a ala?
O Guarda – O baile é de gala.
E assim a aula prossegue. Tal como a vida.

(Carroll apud Santos, 1997 p.15-6)

Conforme podemos perceber, para muitas das aulas que são ministradas atualmente, essa crítica ainda é válida. Como evitar a repetição? Como diminuir as lacunas entre a língua materna e os conteúdos? Como criar atividades que envolvam mais os alunos e o professor não só com o conteúdo, mas entre si? Para responder a estas e tantas outras perguntas, diversas metodologias de ensino foram desenvolvidas, testadas e aprimoradas, e, dentre estas, cabe a leitura de textos poéticos, de histórias em quadrinhos ou textos históricos, sustentada como metodologia alternativa[5] para ensino de Ciências por Yamazaki & Yamazaki (2006).

Segundo Amaral,

5. Segundo os autores, o ensino através de metodologias alternativas é mais uma ação que complementa a prática cotidiana de professores que um abandono de práticas anteriores.

> além dos tradicionais livros didáticos, podem ser reconhecidos como instâncias legítimas, os livros infantis, os desenhos animados, as histórias em quadrinhos, filmes de ficção, programas infantis, documentários, anúncios publicitários, novelas, obras de arte, fotografia, etc. (Amaral, 1997, p.25)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), um dos documentos que rege a educação brasileira, aponta que "parte dos problemas referentes ao ensino de Matemática está relacionada ao processo de formação do magistério, tanto em relação à formação inicial como à formação continuada" (Brasil, 1997, p.22), pois as práticas na sala de aula tomam por base o livro didático, o qual, muitas vezes, é de qualidade insatisfatória. Para reverter isso, se faz necessária a implantação de propostas inovadoras, o que esbarra na falta de formação profissional adequada e, ainda, admitamos, tal postura muitas vezes vem de encontro às concepções pedagógicas tradicionais, as quais acabam por restringir o trabalho docente. "Falar sobre Matemática, escrever textos sobre conclusões, comunicar resultados, usando ao mesmo tempo elementos da língua materna e alguns símbolos matemáticos, são atividades importantes para que a linguagem matemática não funcione como um código indecifrável para os alunos" (Brasil, 1997, p.46-7) e não podem deixar de receber atenção por parte dos professores.

Quando se pensa na vinculação entre literatura e Matemática, o ponto de partida para que essa relação se estabeleça é a imaginação, pois é essa capacidade humana que unirá o ambiente ficcional com os conceitos matemáticos, por meio da linguagem/língua materna. Os elementos básicos para que exista um livro se mantêm quando o autor deseja que a Matemática seja componente importante da sua narrativa:

> Um livro, também uma peça de teatro ou um filme, contém, pelo menos, dois componentes: personagens e trama. Personagens vivos, verossímeis, que encarnam o pensamento e as paixões que vivem na cabeça e no coração dos homens. Nos identificamos com

> estes personagens, gostamos deles ou os odiamos... mas, em todo caso, eles nos emocionam. E, também, uma trama que nos mantém atentos, preso a ela. Queremos saber o que é que vai acontecer na próxima página. São os personagens e a trama que nos fazem desejar, como ocorre sempre com as boas narrativas, que o livro não acabe nunca. [...] Os teoremas matemáticos, olhados com cuidado, não deixam de ser a solução de um enigma. Estamos, pois, diante de uma trama mais atrativa e rigorosa do que a melhor novela policial, na qual o sangue, o suor e as lágrimas põem o matemático em seu exercício hercúleo, em sua luta titânica com os conceitos com os quais trabalha. Uma aposta que, para o próprio matemático, lhe vale a vida. (Leguina, 2006, p.54-5)

Em muitas passagens da História da Matemática, é inegável o uso da imaginação para a tomada de decisões, investigação de teoremas e resolução de problemas. Parece-nos adequado, também por isso, favorecer ao máximo a imaginação dos alunos. Esta é, indubitavelmente, uma ferramenta poderosa para a aprendizagem da Matemática, pois "a imaginação vem seduzir ou inquietar – mas sempre despertar – o ser adormecido nos seus automatismos" (Bachelard apud Vergani, 2003, p.50). Ao se valorizar a imaginação do estudante, que desenvolverá um papel importantíssimo na construção das ideias à medida que a leitura avança, o professor, utilizando-se das ideias do autor que estará sendo trabalhado, tentará tirar o aluno da postura de passividade, tão característica do ensino receptivo.

É com esse objetivo de incentivar a curiosidade dos estudantes e contribuir para a construção de concepções pertinentes à área de Ciências que Giraldelli & Almeida (2007) propuseram a leitura coletiva de um texto narrativo. Os autores puderam observar que a narrativa possibilitou a aquisição de conhecimentos de Ciências e Meio Ambiente, além de possibilitar reflexões morais de Ecologia. Segundo Coelho (1996), a literatura infanto-juvenil é um dos caminhos mais fáceis para a conscientização dos problemas de cunho ambiental.

Buscando uma alternativa metodológica para o ensino de Ciências em pré-escolas e nas séries iniciais, o Núcleo de Educação em Ciências (NEC) do Centro de Educação (CE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) criou cinco diferentes unidades didáticas tendo a literatura infantil como eixo organizador. O projeto envolve, ainda, o desenvolvimento interdisciplinar de conteúdos ligados ao Ensino de Ciências, Matemática, Geografia e Língua Portuguesa. As autoras concluem:

> Percebemos que, através dessa metodologia, estamos ultrapassando a simples transmissão de conhecimentos para chegarmos até a construção dos saberes, pois percebemos o engajamento dos alunos, no que diz respeito à participação e consequente aprendizado. (Freitas & Rodrigues, 2005, p.5)

Outras pesquisas recentes também sugerem a utilização de histórias (contos, história em quadrinhos, etc.) como instrumento auxiliador nos processos de ensino e de aprendizagem em Ciências, como as de Giesta (2002), Moreira (2002), Martins et al. (2004), Lopes & Nascimento (2007), entre outros.

Isso porque, para o ensino de Ciências, é necessária a construção de uma estrutura geral da área que favoreça a aprendizagem significativa do conhecimento historicamente acumulado e a formação de uma concepção de ciência, suas relações com a tecnologia e com a sociedade (Brasil, 1998). Nessa perspectiva, a leitura torna-se um instrumento fundamental, pois o leitor participa com uma aptidão que não depende somente de sua capacidade de decifrar sinais, mas sim de sua capacidade de dar sentido a eles, de compreendê-los, e sua utilização como via de informação complementar é amplamente incentivada. Para que isso ocorra,

> é importante que o aluno possa ter acesso a uma diversidade de textos informativos, pois cada um deles tem estrutura e finalidade próprias. Trazem informações diferentes, e muitas vezes divergentes, sobre um mesmo assunto, além de requererem domínio de

> diferentes habilidades e conceitos para sua leitura. (Brasil, 1998, p.81)

Assim, em confluência com o que vimos sobre o ensino de Matemática, o uso de histórias é trazido como proposta também para o ensino de Ciências Naturais nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

> Incentivar a leitura de livros infanto-juvenis sobre assuntos relacionados às Ciências Naturais, mesmo que não sejam sobre os temas tratados diretamente em sala de aula, é uma prática que amplia os repertórios de conhecimento da criança, tendo reflexos em sua aprendizagem. (Brasil, 1998, p.81)

Alguns autores sugerem, também, o trabalho com o texto histórico como recurso de ensino. Nascimento & Carvalho (2007), por exemplo, propuseram o texto histórico para se trabalhar a História da Ciência, fugindo da maneira positivista com que a ciência é geralmente tratada em sala de aula. Além disso, tentaram demonstrar que as ciências desenvolveram-se relacionadas às diferentes épocas e situações socioculturais (Nascimento & Carvalho, 2007). As autoras puderam concluir que esse tipo textual valoriza o ensino e a aprendizagem de aspectos que caracterizamos como componentes básicos da alfabetização científica.

Ainda trabalhando a História da Ciência, Assis & Teixeira (2007) indicam a utilização do texto paradidático em aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos. Aliado à postura do professor, puderam observar que o texto paradidático proposto "foi potencialmente significativo para os alunos, uma vez que possibilitou que eles estabelecessem relações entre os conhecimentos científicos e os seus conhecimentos a partir da reflexão centrada na argumentação" (Assis & Teixeira, 2007, p.9).

Como comentado anteriormente, a escolha dos textos passa pela criatividade dos professores, podendo estes ser da literatura universal ou local, sem perda de profundidade ou objetividade dos

assuntos abordados. Lopes & Nascimento (2007), por exemplo, propõem e analisam a utilização de textos de Guimarães Rosa, conhecido autor brasileiro, devido à riqueza de elementos de ciências discutidos com propriedade pelo autor. Outros bons exemplos são os livros *Os sertões*, de Euclides da Cunha, que narra uma saga no Nordeste brasileiro, e *O tempo e o vento*, de Érico Veríssimo, no qual a história se desenvolve no Sul do Brasil. Nota-se, portanto, que as diferenças dos biomas brasileiros estão bem representadas na literatura brasileira, o que confere uma outra característica importante a essa metodologia que propomos: a valorização do ambiente do aluno, o qual se apresenta no texto alternativo. Diferentemente dos livros didáticos que abordam todos os temas com imparcialidade, nivelando-os, utilizar-se da literatura regional pode ser um instrumento a mais para fixar a identidade local dos estudantes, valorizar sua paisagem, sua flora e fauna e sua cultura.

Considerações finais: reticências para nossas reflexões

A postura didática de um professor que ensina Ciências e Matemática deve ser uma postura criativa, provocadora e, em alguns aspectos, pode-se dizer, até mesmo "ousada". À procura de melhorar sua aula cada vez mais, diversas estratégias de ensino podem ser utilizadas, conferindo um dinamismo às aulas que, ao serem conduzidas por distintas abordagens, tenderão a quebrar a rotina e monotonia do ensino tradicional. O que se espera dos professores deste novo milênio não é o abandono do que já foi construído em educação e ensino até o momento, mas o aprimoramento do que já tínhamos e a prática de novas ideias. Acreditamos que o professor universitário tem, dentre outras coisas, esta missão de incentivar o novo, despertar a curiosidade dos seus licenciandos, propiciar (inter)relações com diversos conteúdos e disciplinas, bem como

com outras manifestações culturais da humanidade, como a literatura, o cinema, a arte, etc.

> O verdadeiro professor universitário não é aquele que repete o que foi feito, dito e escrito por outros. Ele, como professor universitário, é pesquisador e estará gerando novo conhecimento, professando seu pensamento original [...]. A ideia de ser professor não é repetir conhecimento de segunda mão. (D'Ambrosio, 2001, p.99)

Vimos que os autores citados neste trabalho consideram como válida a possibilidade de integração do ensino de Ciências e Matemática a outros tipos textuais alternativos ao livro didático. Partilhamos dessa opinião. Entretanto, consideramos que esse recurso de aprendizagem só se torna possível se os professores tiverem uma preparação para tal, como a presença desse tipo de reflexão durante sua formação inicial, incentivadas pelo professor universitário.

Um dos motivos pelo qual estamos passando por uma "crise" da leitura na escola é devido ao fato de esta utilizar-se de uma metodologia ultrapassada, na qual a leitura é compreendida como uma atividade vinculada unicamente à palavra escrita. Assim, a escola acaba por desprezar "toda a atividade de representação simbólica e interativa do homem que ultrapasse esses limites" (Matêncio, 2002, p.22).

Acreditamos que o indivíduo deva perceber a leitura como uma linguagem, um meio pelo qual é capaz de se comunicar. É necessário, portanto, repensar a cultura da palavra escrita dentro de uma concepção mais ampla do que aquela vista geralmente no ambiente escolar, para que seja, assim, uma atividade mais significativa para a criança.

A utilização de texto alternativo ao livro didático no processo de ensino pode ser considerado um trunfo, pelo simples fato de exigir poucos investimentos materiais para a sua adoção. Assim, essa atividade pode ser eficientemente utilizada em várias ocasiões educacionais, e, simultaneamente, por mais de um professor, favorecendo a interdisciplinaridade.

O trabalho que expusemos até aqui não se encerra em si mesmo, mas abre-se a novas discussões e ideias: que livros utilizar? Que conteúdos podem ser facilitados através das narrativas literárias? O que se pode produzir, além do conceito principal, em termos de manifestação artística e imaginativa depois da leitura? Quais são as histórias com as quais nossos alunos têm mais afinidade? Utilizaremos uma narrativa da literatura local ou universal?

Todas essas questões mostram-nos que não há um ponto final para esse tipo de abordagem. O que há são reticências e pontos de parada, de descanso, de tomada de fôlego, como se procede na leitura dos textos. Sempre se poderá avançar numa outra direção (ou na mesma), pois as narrativas nos permitem uma aula estruturada não linearmente, que pode ir e vir (re)construindo, (re)vivenciando e (re)experimentando a narrativa, pois, "quando lemos ou ouvimos uma história, somos capturados por sintonias de tensão e de espanto diante do desconhecido, porque elas propiciam a oportunidade de ultrapassar as fronteiras do mundo pessoal através de uma incursão imaginária desencadeada por esse processo de acionamento cognitivo" (Farias, 2006, p.89).

Os futuros professores devem considerar o que há além das fronteiras daquilo que pretendem ensinar, além do conteúdo programático, ainda que, muitas vezes, o englobe. Os conceitos científicos muitas vezes aparecem imiscuídos a outras manifestações culturais e seria bom ter isso claro para propiciar uma melhor formação humanística aos nossos alunos. Afinal, "a poesia e a arte, que parecem constituir necessidades urgentes de afirmação da experiência individual, uma visão complementar e indispensável da experiência humana, não podem ficar de fora das atividades interdisciplinares com os jovens nas escolas, mesmo aquelas ligadas ao aprendizado de Ciências" (Moreira, 2002, p.17). Partindo da literatura, acreditamos estar dando um passo inicial na direção dessa visão de mundo e de educação: uma visão que abarque o horizonte, que veja as ciências de modo interdisciplinar e que valorize as diferentes dimensões do ser humano. O texto alternativo ao livro didático, se assim trabalhado, pode favo-

recer a superação de uma concepção fragmentária do ensino, na qual as disciplinas estão desarticuladas, para uma relação integralizada do conteúdo, na qual as disciplinas dialogam entre si e interagem.

Referências bibliográficas

AMARAL, M. B. *Representações de natureza e a educação pela mídia.* Porto Alegre, 1997. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

AMARILHA, M. *Estão mortas as fadas?* Petrópolis: Vozes, 1997.

ASSIS, A., TEIXEIRA, O. P. B. O uso de um texto paradidático em aulas de Física envolvendo a terceira Lei de Newton. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, VI, Belo Horizonte, 2007. *Anais do...* Belo Horizonte: UFMG, 2007. Disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p452.pdf>. Acesso em 5/12/2009.

BERG, K. C. M. A leitura dos textos presentes nos livros didáticos. In: Jornada do Núcleo de Ensino de Marília, III. Marília, SP, 2004. *Resumos de...* Marília: Núcleo de Ensino de Marília, 2004.

BONDÍA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. In: *Revista Brasileira de Educação.* n.19. São Paulo: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Matemática. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

______. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Ciências Naturais – terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no ensino fundamental, o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.

CAVALCANTI, D. P. Utilização de material de divulgação científica em sala de aula. In: Encontro Regional de Ensino de Biologia – Novo Milênio, Novas Práticas Educacionais? – EREBIO, I. Ni-

terói, 2003. *Anais do...* Niterói: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2003.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Trad. R. Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

COELHO, N. N. A Educação Ambiental na literatura infantil como formadora de consciência de mundo. In: TRAJBER, R., MANZOCHI, L. H. (Org.) *Avaliando a Educação Ambiental no Brasil:* materiais impressos. São Paulo: Gaia, 1996. p.59-76.

COHEN, M. N. *Lewis Carroll* – uma biografia. São Paulo: Record, 1998.

D'AMBROSIO, U. *Transdiciplinaridade.* São Paulo: Palas Athena, 2001.

D'AMORE, B. *Elementos de didática da Matemática.* São Paulo: Livraria da Física, 2007.

FARIAS, C. A. *Alfabetos da alma:* histórias da tradição na escola. Porto Alegre: Sulina, 2006.

FOSSA, J. A. *Teoria intuicionista da educação matemática.* Natal: EDUFRN, 1998.

FREITAS, D. S., RODRIGUES, F. L. A literatura infantil como eixo organizador do ensino de Ciências, Matemática, Geografia e Língua Portuguesa. In: IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que Fazem Investigação na sua Escola. Lajeado, RS, 2005.

GAMBARINI, C., BASTOS, F. A utilização do texto escrito por professores e alunos nas aulas de Ciências. In: NARDI, R., ALMEIDA, M. J. P. M. (Ed.). *Analogias, leituras, modelos no Ensino de Ciência*: a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, 2006. p.93-115,

GIESTA, N. C. Histórias em quadrinhos: recursos da Educação Ambiental. In: RUSCHEINSKY, A. (Org.). *Educação Ambiental*: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed, 2002. p.157-68.

GILLIG, J. M. *O conto na psicopedagogia.* Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GIRALDELLI, C. G. C. M., ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o Ensino de Ciências. [S.l.: s.n], 2007.

LEGUINA, J. Matemáticas y literatura. In: *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, n.8, 2006. Disponível em <http://www.fisem.org/paginas/union/info.php?id=156>. Acesso em 13/4/2009.

LEIBRUDER, A. P. O. Discurso de divulgação científica. In: BRANDÃO, H. N. *Gêneros de discurso na escola*. São Paulo: Cortez, 1999.

LOPES, G. C. L. R., NASCIMENTO, S. S. Educação científica, veredas e a novela "Buriti" (*Noites do Sertão*, Guimarães Rosa). [S.l.: s.n], 2007.

MARANDINO, M. A. Biologia nos museus de ciências: a questão dos textos em bioexposições. *Ciência & Educação (Bauru)*, v.8, n.2, p.187-202, 2002.

MARTINS, I., NASCIMENTO, T. G., ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.9, p.95-111, 2004.

MASSI, L., SANTOS, G. R. dos, QUEIROZ, S. L. Artigos científicos no ensino superior de Ciências: ênfase no ensino de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, v.7, n.1, 2008. Disponível em <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART8_Vol7_N1.pdf>. Acesso em 13/8/2009.

MATÊNCIO, M. De como se constitui a questão... In: *Leitura e produção de textos e a escola*. Campinas: Mercado das Letras, 2002.

MONTOITO, R. *Chá com Lewis Carroll*. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2009.

MONTOITO, R., MENDES, I. A. A Matemática lógica do Chapeleiro Louco – como Lewis Carroll infere sua lógica matemática em *Alice no país das maravilhas*. In: Encontro Paraense de Educação Matemática, 6. *Anais do...* Belém, 2006.

MOREIRA, I. C. Poesia na sala de aula de Ciências? A literatura poética e possíveis usos didáticos. *Física na Escola*, v.3, n.1, p.17-23, 2002. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1>. Acesso em 22/9/2008.

NASCIMENTO, V. B., CARVALHO, A. M. P. A natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências. In: Encontro Na-

cional de Pesquisa em Ensino de Ciências, VI. Belo Horizonte, 2007. *Anais do*... Belo Horizonte: UFMG, 2007. Disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/ viempec/CR2/p452.pdf>. Acesso em 5/12/2009.

PERY, L. C. *Uso de textos de divulgação científica no conteúdo "corpo humano"*. Rio de Janeiro, 2005. Trabalho apresentado como requisito para aprovação da disciplina A Pesquisa no Ensino de Ciências e a Sala de Aula, UFRJ.

SALÉM, S., KAWAMURA, M. O texto de divulgação e o texto didático; conhecimentos diferentes? In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, V. São Paulo, 1996. *Anais do*... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 1996.

SANTOS, N. P. T. *Cartas às suas amiguinhas*. Rio de Janeiro: Sette Letras, 1997.

SOUZA, G. C., CASTRO, P. C. V. Leitura do aluno: processo de formação continuada. In: Jornada do Núcleo de Ensino de Marília, III. Marília, 2004. *Resumos de*... Marília, p.55-6, 2004.

STADLER, M. M. *Las matemáticas de la literatura:* un paseo por la Geometría 2006/2007. [S.l], 2007. p.45-64. Disponível em <http://www.ehu.es/~mtwmastm/Paseo0607.pdf>. Acesso em 13/4/2009.

VERGANI, T. *A surpresa do mundo*: ensaios sobre cognição, cultura e educação. Natal: Editorial Flecha do Tempo, 2003.

YAMAZAKI, S. C., YAMAZAKI, R. M. O. Sobre o uso de metodologias alternativas para ensino-aprendizagem de Ciências. In: COELHO, N. (Ed.). *Educação e diversidade na sociedade contemporânea*. S.l., 2006.

9

Uso de GeoGebra para analisar o movimento harmônico simples por meio do pêndulo simples

Aguinaldo Robinson de Souza[1]
Diego F. Vizcaíno Arévalo[2]
Edval Rodrigues de Viveiros[3]
Olga L. Castiblanco Abril[4]

Introdução

Neste trabalho mostra-se uma aplicação do *software* GeoGebra no ensino da Física, particularmente para o estudo de fenômenos oscilatórios. Nossa metodologia é fundamentada em processos de metacognição, refletindo sobre como é que construímos conceitos

1. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. *e-mail:* arobinso@fc.unesp.br.
2. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* diegoviz@fc.unesp.br.
3. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* edvalrv@fc.unesp.br.
4. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências/Campus de Bauru. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. *e-mail:* ocastiblanco@fc.unesp.br.

para desenvolver processos de pensamento nos estudantes e para nós mesmos. Este trabalho não tem o objetivo de fornecer exatamente a sequência de atividades que o professor(a) desenvolverá na aula. O objetivo é oferecer ao professor(a) um modo de utilizar o GeoGebra para fazer análises do fenômeno, sendo a reflexão apresentada aqui um elemento que permitirá estudar e analisar situações e aplicações onde aparecem os fenômenos ondulatórios, utilizando o *software* como ferramenta útil para finalidades tanto de ensino e aprendizagem quanto de pesquisa.

Informática e metacognição

Informática educacional

Um equívoco quando se fala em informática educacional é considerá-la um fim em si, e não um meio. Nessa modalidade de ensino, aluno, professor e computador formam um ciclo reflexivo de aprendizagem:

Observador × Professor × (Sujeito × Computador)
Professor × (Sujeito × Computador)
(Sujeito × Computador)

Valente (1995) desenvolve um esquema análogo, em que se percebe a ideia de ciclo de aprendizagem.

Se há consenso no uso didático-pedagógico da informática, devem-se observar as melhores estratégias de fazê-lo, tanto na sala de aula quanto na organização da escola enquanto espaço de ensino-aprendizagem.

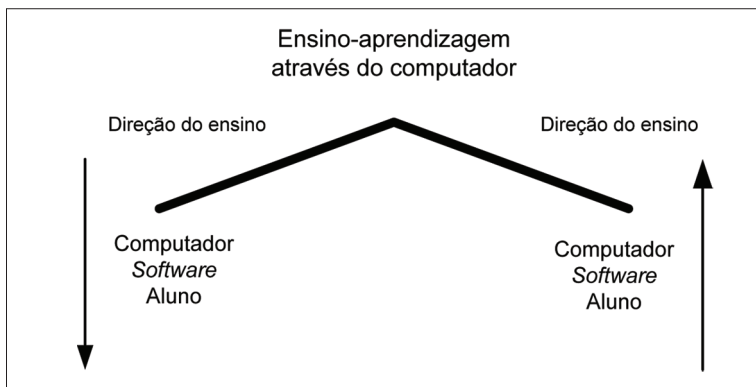



Figura 1 – Ciclo de aprendizagem na informática educacional (extraído de Valente, 1993, p.2)

Metacognição no uso da informática

A informática educacional pressupõe estratégias reflexivas, estruturadas e organizadas, ocorrendo num contexto metacognitivo, possibilitando conhecer e controlar os próprios processos cognitivos. Campanário (2000) considera que a metacognição é uma das habilidades básicas e componente de qualquer aprendizagem. Flavell (1981) a categoriza em dois níveis: o conhecimento sobre os próprios processos e produtos cognitivos e o conhecimento sobre as propriedades da informação ou dados significantes para a aprendizagem.

Isto demanda a aplicação estruturada de estratégias. Paris et al. (1983 apud Campanário, 2000) afirmam existir três tipos de conhecimentos sobre estratégias:

- Declarativo: conhecer o quê.
- Procedimental: conhecer como.
- Condicional: conhecer quando.

Em ambientes de aprendizagem virtual, a complexidade e o tratamento das informações são altos, e a utilização de estratégias metacognitivas torna-se interessante para regular a aprendizagem, considerando as características individuais de adaptabilidade e aprendizagem do indivíduo e os processos de comunicação verbal entre os participantes desse tipo de ambiente (Azevedo, 2005).

Em situações envolvendo conceitos e a resolução de problemas, aplicando um teste chamado Matriz Progressiva de Raven obtemos alguns indicativos metacognitivos válidos para a situação de ensino de Ciências (Zaretsky & Bar, 2005):

- Autocrítica: qual solução é a mais correta?
- Quais variáveis influenciam a solução?
- Variáveis, isolamento de variáveis, variáveis dependentes ou independentes.
- Observação sobre a variação de grandezas: pequeno, grande, espesso, fino, etc.
- A compreensão daquilo que se possui torna-se completa, evoluindo à medida que se avança.
- Chega-se a acordos e conclusões confrontando-se pelo menos dois pontos de vista distintos.

Portanto, prescindir da metacognição quando tratamos de ambientes e situações de aprendizagem complexas seria um equívoco, bem como ignorar que a educação cibernética é, antes de tudo, um processo comunicativo (Levy, 1999).

Características do GeoGebra

O *software* foi desenvolvido por Markus Hohenwarter em 2002, como parte do mestrado em Educação Matemática e Ciência da Computação, na Universidade de Salzburg. O GeoGebra *"es un* software *interactivo de matemática que reúne dinámicamente geometría, álgebra y cálculo"* (Hohenwarter, 2009), em que a interatividade é mediada pelos conhecimentos matemáticos de professores e

estudantes, pois foi projetado para desenvolver atividades de ensino de qualquer conhecimento que implique o uso de equações, gráficos e análise de dados. Possibilita a visualização gráfica, algébrica e de folha de cálculo, vinculadas dinamicamente.

Estudo de fenômenos oscilatórios a partir do GeoGebra

Aplicação dos fenômenos oscilatórios: eletroencefalograma em interface cérebro-computador

Uma das aplicações dos fenômenos oscilatórios encontra-se na medicina ao estudar padrões de atividade elétrica cerebral. Como veremos na análise dos gráficos produzidos com o GeoGebra para o estudo do pêndulo, ambos os fenômenos possuem o mesmo tipo de comportamento, que é o padrão oscilatório. O eletroencefalograma (EEG) é uma representação dos sinais elétricos cerebrais que traz informações valiosas da saúde do indivíduo, como estados físicos e mentais. Os padrões são categorizados em ondas cerebrais do tipo: alfa (α), beta (β), delta (δ), teta (θ), gama (γ), lambda (λ), mi (μ), ondas fusiformes de sono e complexos K, conforme a Tabela 1. As amplitudes variam de 20 a 500 μV, e sua frequência de 0,5 a 35 Hz.

Ritmo	Frequência	Amplitude	Estado
Delta	< 4Hz	100 μV	Sono profundo
Teta	4 a 7 Hz	10 μV	Sonolência
Alfa	8 a 13 Hz	50 μV	Repouso Olhos fechados
Beta	>13 Hz	10 a 20 μV	Repouso Olhos abertos

Tabela 1 – Padrão dos ritmos cerebrais e estados mentais (extraído de Freitas, Borges & Filho, 2008, p.2)

Para a interpretação, decodificação ou filtragem dessas ondas utiliza-se a ferramenta matemática denominada transformada de Fourier, que associa uma onda cerebral de um EEG a ondas do tipo senoide ou cossenoide (Figura 2), e depois são interpretadas por um *software*, cuja representação matemática é uma equação semelhante à do oscilador harmônico composto.

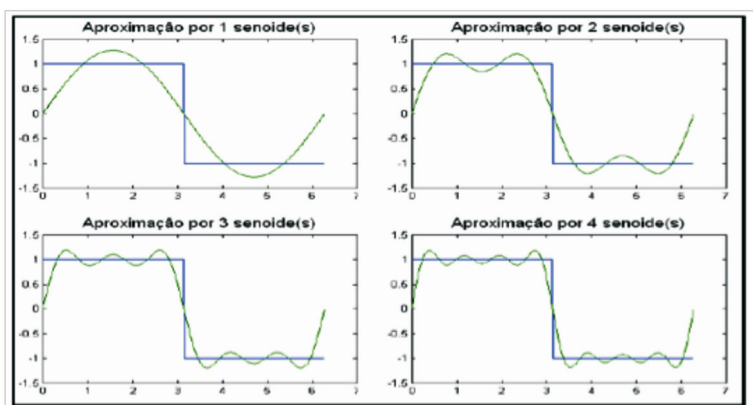



Figura 2 – Aproximações sucessivas por senoide utilizando a transformada de Fourier (Freitas, Borges & Filho, 2008, p.3)

Esse método permite decodificar o sinal elétrico matemático do EEG em padrões do tipo espectral, associando-se a uma representação por cores, definindo determinado estado mental, conforme indicado na Tabela 1. Isto permite desenvolver aplicações em interfaces cérebro-computador, possibilitando, por exemplo, o monitoramento da atividade cerebral em indivíduos com transtorno de déficit de atenção, hiperatividade ou autismo. Esse processo denomina-se *neurofeedback*, e pode ser controlado por *softwares*, como é o caso do programa OpenViBE (Lécuyer et al., 2008). Com esse *software* e a interface com um equipamento de EEG, é possível acompanhar e controlar a atividade elétrica oscilatória do ritmo das ondas cerebrais, ajustando-as a padrões protocolares considerados normais.

Um exemplo disso é ilustrado na Figura 3, representando um EEG para um ponto (C3, região central) do cérebro, correspondendo ao padrão topográfico da atividade mental na forma de um espectro. O *software* mostra em tempo real a dinâmica cerebral, podendo ser controlada através de ajustes no *software*.

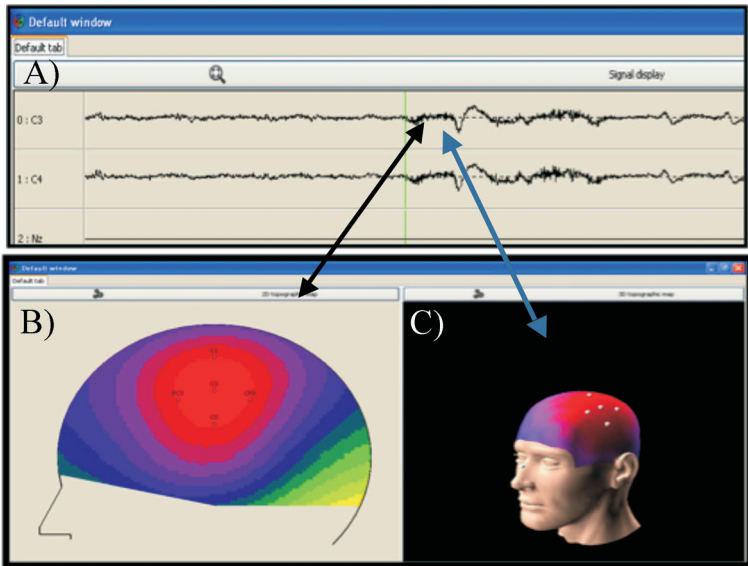



Figura 3 – (A) Representação do EEG para a região C3; (B) Espectro topográfico da atividade mental, onde as setas indicam a região C3 de posicionamento dos eletrodos para as leituras (baseado em tutorial do *software* OpenViBE[5])

5. O *software* OpenViBE é uma plataforma *open-source* para uso em interface cérebro-computador, desenvolvida pelas seguintes instituições francesas: Institut National de Recherche em Informatique et en Automatique (INRIA), Institut National de la Santé et la Recherche Médicale e France Telecom R&D.

Condições para usar o GeoGebra no estudo do pêndulo

No exemplo anterior usaram-se tanto os conceitos que fundamentam fenômenos oscilatórios como *softwares* que os interpretam, assim, no que segue, analisaremos como construir caminhos para compreender o que está sendo observado em gráficos por meio de um *software*. Assim, a riqueza pedagógica que um *software* envolve ou oferece não está nele mesmo, mas em quem o usa com intenções educativas. É por isso que nesta proposta consideramos que, para aproveitar o GeoGebra, estudantes e professores precisam desenvolver processos na construção dos conceitos que descrevam o movimento do pêndulo simples, como também a formação de habilidades e conhecimentos para experimentar e obter dados passíveis de serem representados e analisados num gráfico.

Esse fato implica o planejamento de sequências temáticas que vão desde a observação direta do funcionamento do pêndulo estabelecendo parâmetros, constantes e variáveis que definem o movimento, passando pelo planejamento de hipóteses, previsões, análise dos gráficos obtidos e interpretação dos mesmos para deduzir possíveis estados físicos, até chegar ao planejamento de pequenas pesquisas a fim de aprofundar a compreensão das características dos fenômenos ondulatórios. Essa estratégia baseia-se na proposta de Pozo & Gomez quando refletem sobre as condições para procurar a evolução do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, com afirmações como:

> se assumirmos que as "concepções alternativas" são, de algum modo, o resultado do "senso comum", ou seja, do funcionamento do sistema cognitivo humano como produto biológico e cultural aplicado a prever e controlar os fenômenos científicos, mudar essas concepções requer [...] reformatar a mente dos alunos ou, pelo menos, incorporar um novo sistema operacional que seja compatível com os princípios nos quais se baseia o conhecimento científico. (Pozo & Gomez. 2009)

O modo como esses autores propõem conseguir tal resultado é propiciando aos estudantes mudanças epistemológicas que permitam enxergar o mundo além do que se mostra diante de nós, mudanças ontológicas que permitam explicá-lo a partir de maiores complexidades, e mudanças conceituais que permitam interpretar os fenômenos em termos de sistemas.

O pêndulo simples desde a observação direta e o mensurável nele

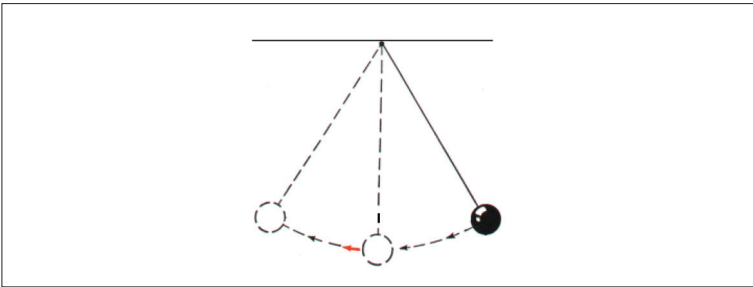



Figura 4 – Pêndulo simples

Nesse sistema de massa suspensa de um ponto fixo por um fio, é possível observar diretamente que:

- Seu estado de equilíbrio é quando fica parado na posição vertical.
- Para tirá-lo do equilíbrio é preciso mudar a posição do corpo, fazendo que a corda tensa percorra um ângulo.
- Quando o corpo é liberado desde qualquer ângulo, descreve uma trajetória curva ultrapassando o estado de equilíbrio para chegar até o lado oposto do ponto em que foi liberado num plano vertical, e voltando à posição inicial para repetir o movimento muitas vezes, mas podem ser observadas algumas outras coisas que fogem à observação simples, como:
  - A massa ao ser liberada cai, existem fatores que a fazem cair desse jeito. Que fatores são esses?

- Quando a massa cai não fica novamente no ponto de equilíbrio, mas o ultrapassa. Por quê?
- É um movimento repetitivo, mas chega um momento em que ele para. O que faz com que isso aconteça?
- O ângulo em que é liberado influencia o movimento. Como?

Nesse nível de trabalho o(a) estudante precisa do(a) professor(a) que o oriente e proporcione novos elementos de observação e análise para a mesma situação, aspecto que queremos enfatizar no sentido de que tal formação é o verdadeiro sentido do ensino de ciências, já que forma habilidades de pensamento que o(a) estudante utilizará para estudar outros sistemas na sua vida, ultrapassando o mero desejo de que aprenda determinado tema de Física, sendo o uso do *software* um elemento que apoia o desenvolvimento desse processo.

Para o caso do pêndulo, responder aos questionamentos da primeira observação direta implica começar fazendo a diferenciação dos parâmetros, constantes e variáveis que descrevem o sistema. Esse fato parece óbvio, mas é sabido por professores que muitas vezes os estudantes vão ao laboratório sem entender exatamente o que é que precisam medir, nem os aspectos sobre os quais eles têm domínio na prática, ou o que permanecerá sempre constante e não poderá ser mudado. Esta é uma das conclusões que autores como Barberá & Valdés (1996) fazem após pesquisarem o sentido do trabalho prático no ensino de ciências, onde nem professores nem estudantes têm total clareza do que se fará na prática e, portanto, usualmente os resultados não são positivos.

De acordo com a Figura 5, podem-se estabelecer:

Parâmetros para um pêndulo:

– Ângulo (α) percorrido pela corda.
– Amplitude ($\boldsymbol{A}$) representada pela distância horizontal desde a linha vertical de equilíbrio até o ponto de desequilíbrio.

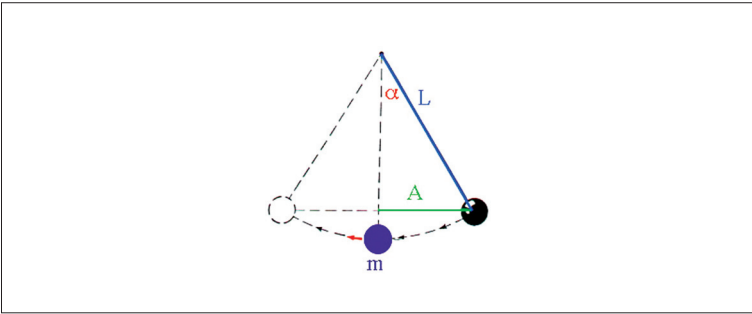



Figura 5 – Parâmetros do pêndulo

– Comprimento da corda (***L***).
– Massa do corpo (***m***).

Variáveis:

– Posição (***y***), ponto que vai ocupando o corpo na trajetória curva quando o tempo passa.
– Tempo (***t***), que vai utilizando o corpo para mudar de posição na trajetória curva.

Constantes:

– Aceleração da gravidade (**g**).

Uma vez estabelecidos os fatores com os quais se observa o sistema pêndulo, é preciso construir critérios de análise do fenômeno. Proporemos uma sequência de questionamentos para orientar debates, leituras e exercícios a fim de nos aprofundarmos nas teorias que explicam o movimento e permitem a construção de imagens por parte de estudantes e professores, e que conformarão a base para explorar as potencialidades do *software*, fazendo que este não seja simplesmente um instrumento para ilustrar o fenômeno, senão que permita às pessoas confrontarem suas ideias, fazer previsões, tentar compreender novos sistemas físicos e extrapolar o conhecimento para outros fenômenos.

- *Que tipo de movimento é?*

A proposta é não começar respondendo a partir das teorias estabelecidas pela ciência, mas pelo que é observável à primeira vista. Assim, trata-se de um movimento repetitivo (não é muito comum ver movimentos repetitivos na natureza), mas por que é repetitivo e em quais condições é repetido? O próximo caso é refletir sobre como podem ser representadas essas repetições, pensando nas relações entre variáveis para posteriormente falar de fenômenos oscilatórios como aqueles que se repetem no tempo sejam quais forem as causas, além de definir o que é uma oscilação e quais características a descrevem.

- *O que faz que a massa ultrapasse a posição de equilíbrio depois de ser liberado?*

Todos veem um pêndulo ir e voltar quando é liberado, mas a explicação para isso não existe de forma imediata pelo senso comum, pois é mais apropriado pensar que é o peso do corpo que faz cair a massa quando o pêndulo é tirado do equilíbrio e depois liberado, então ele deverá voltar para seu ponto de equilíbrio, sem ter que ir até o outro ponto, e mais do que isso não tem por que continuar oscilando. Aqui o debate e a análise serão mais profundos ao requerer descrever e explicar o que foi introduzido no sistema original para tirar o corpo do equilíbrio e as consequências disto, ou seja, o fornecimento da energia e seu comportamento no sistema.

- *Pode-se dizer que a amplitude é a mesma para todas as oscilações do movimento?*

Uma condição fundamental para experimentar é poder estabelecer se a observação é feita num sistema real ou ideal. Os sistemas ideais não existem, portanto precisam de abstrações a fim de facilitar o estudo do fenômeno. Nesse caso observa-se que o pêndulo, após um tempo, fica parado de novo, sua amplitude fica zerada. Qual é a causa disso? Todos os tipos de atrito que possam intervir no sistema seria a resposta, mas o fato precisa ser analisado com

cuidado para levar à necessidade de estudar as características do movimento harmônico simples num sistema ideal, o qual poderá oferecer conclusões aplicáveis para outros fenômenos oscilatórios.

- *Quando a amplitude muda por causa do atrito, o tempo empregado para cada oscilação é o mesmo?*

Se a amplitude vai diminuindo, então o tempo empregado também, mas acontece que ao medir não se comporta assim; essa é sempre uma situação que gera desequilíbrio no pensamento e, portanto, uma grande oportunidade de refletir sobre o fenômeno e sobre a equação do fenômeno, pois o tempo é dependente da posição que vai ocupando, mas esta depende de uma constante que é a aceleração da gravidade. Além do impacto que pode ter o atrito quando o ângulo vai aumentando, já que nas oscilações reais o comportamento oscilatório do pêndulo é amortecido, sem dúvida para ângulos pequenos é uma boa aproximação do ideal.

- *O que muda no movimento do pêndulo, quando são mudados os parâmetros?*

Para verificar hipóteses ou fazer previsões sobre os questionamentos anteriores, é preciso estabelecer comparações com vários sistemas de pêndulo. É importante compreender que:

– Variar a amplitude é o mesmo que variar o ângulo.
– Variar a massa não terá nada a ver com o comportamento, pois, se é assumida a teoria da gravidade, então o pêndulo terá que se comportar igual sem dependência da sua massa, já que a força que o faz retornar ao ponto de equilíbrio é proporcional à massa, e produz uma aceleração constante.

Portanto, os dois parâmetros a serem mudados na equação serão: comprimento (***L***) e amplitude (***A***).

Equação que descreve a relação posição-tempo para determinados parâmetros

(1) $$y = ACos\,(wt)$$

A equação (1) expressa a relação entre duas variáveis, que para nosso caso serão (***y***) e (***t***), em que (***y***) representa a posição do pêndulo enquanto o tempo avança, e (***t***) representa o tempo que o corpo leva para ter determinada posição. Nessa equação estão os parâmetros (***A***) e (***w***). (***A***) é a amplitude, no entanto, (***w***) é a frequência angular. É preciso analisar que a frequência angular pode ser interpretada como um parâmetro, porque ela está em dependência dos radianos por segundo que correspondem ao ciclo, e isso está em dependência do comprimento (***L***) da corda, tal como é possível concluir das equações (2) e (3).

(2) $$w = \frac{2\pi}{T}$$

A frequência angular (***w***) é diferenciada da frequência (***f***), porque ***f*** mostra o número de ciclos de oscilação que o objeto dá em um segundo, pois ***w*** mostra quantos radianos por segundo correspondem ao ciclo; é por isso que a equação inclui a relação entre 2π e o período (***T***), sendo o período definido em termos de comprimento segundo a equação (3).

(3) $$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

(4) $$y = ACos\left(\sqrt{\frac{g}{L}}.t\right)$$

A equação (4) é o resultado da associação das equações (1), (2) e (3), sendo então a que será utilizada para inserir dados no programa GeoGebra, pois estabelece as relações entre as variáveis posição ($\boldsymbol{y}$) e tempo ($\boldsymbol{t}$) do movimento pendular, e permite mudar os parâmetros amplitude ($\boldsymbol{A}$) e comprimento ($\boldsymbol{L}$) para diferentes sistemas de pêndulo, em que **g** é a constante de aceleração da gravidade. É de grande importância notar que nessa equação não intervém a massa ($\boldsymbol{m}$) do pêndulo.

Comparações que podem ser analisadas por meio de gráficos

A equação (4) é a relação matemática que o *software* interpreta, permitindo ao estudante poupar tempo em múltiplas medições repetitivas que poderiam gerar cansaço e esgotamento das expectativas; é claro que só depois de ter feito algumas experiências diretas que gerem a necessidade de verificação de hipóteses de maneira rápida e tendo plena consciência do que é que está fazendo exatamente o *software*.

Se na equação (4) temos os valores $\boldsymbol{A} = 5$, $\boldsymbol{g} = 10$, $\boldsymbol{L} = 2$, no quadro de entrada do programa escrevemos: $\boldsymbol{y}$ = 5cos (sqrt(10/2)x).

- *Pêndulo liberado sempre desde o mesmo ângulo, mudando o comprimento da corda.*

É preciso predizer se, à medida que o comprimento da corda vai se tornando maior, o tempo gasto pelo pêndulo em ir e voltar até o mesmo ponto também se torna maior; então podem ser feitos exercícios do seguinte tipo, notando que as unidades de medida não são expressas na equação por questão de praticidade, e que a constante **g** é tomada como $10 m/s^2$.

Pêndulos com $\boldsymbol{A}$ = 0.5 m para todos (Gráfico 1);
$\boldsymbol{L_1}$ = 0.5 m; $\boldsymbol{L_2}$ = 2 m; $\boldsymbol{L_3}$ = 16 m

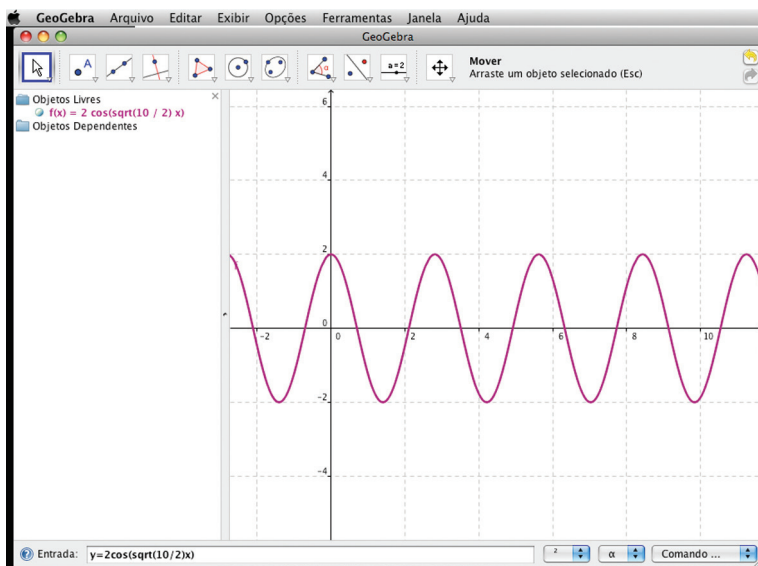



Figura 6 – Janela principal do GeoGebra

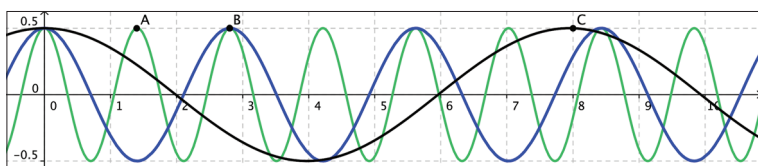



Gráfico 1 – Igual amplitude, diferentes comprimentos da corda

No eixo ***y*** está representada a amplitude (A), razão pela qual todas as curvas sobem até o ponto 0.5 e descem até o mínimo ponto −0.5, o qual representa a posição do pêndulo para o lado positivo e o lado negativo com relação ao ponto de equilíbrio. Os pontos marcados no gráfico como A, B e C mostram o tempo que demorou o pêndulo em ir e voltar à posição de onde foi liberado, quer dizer, o tempo de uma oscilação, ou seja, o período da oscilação (***T***), mostrando que, à medida que o comprimento é maior, o período é maior.

Mas não se sabe em que proporção T vai aumentando quando L aumenta, então vamos aumentar os valores de comprimento sempre com o dobro do valor anterior, assim, os valores de L serão 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, tentando saber se o período da oscilação vai aumentar também em razão do dobro do valor anterior. Os gráficos obtidos são:

A = 0.5 m para todos;
L_1 = 0.5 m; L_2 = 1 m; L_3 = 2 m;
L_4 = 4 m; L_5 = 8 m; L_6 = 16 m

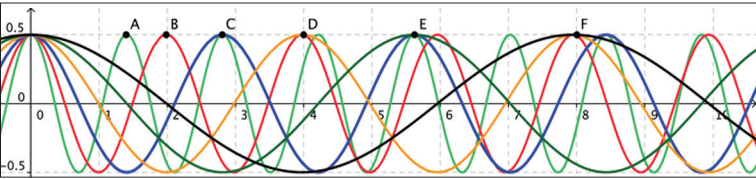



Gráfico 2 – Igual amplitude, comprimento da corda duplicado sucessivamente

O período (T) parece aumentar cada vez menos do dobro, sendo preciso então representar graficamente essa relação entre comprimento (L) e período (T) para tirar uma conclusão mais acertada. Vamos fazer um gráfico com a tabela obtida levando em conta os dados oferecidos pelos pontos A, B, C, D, E e F que correspondem ao período de cada pêndulo.

Tabela 2

$L(m)$	0.5	1	2	4	8	16
$T(s)$	1.41	2	2.8	4	5.62	8

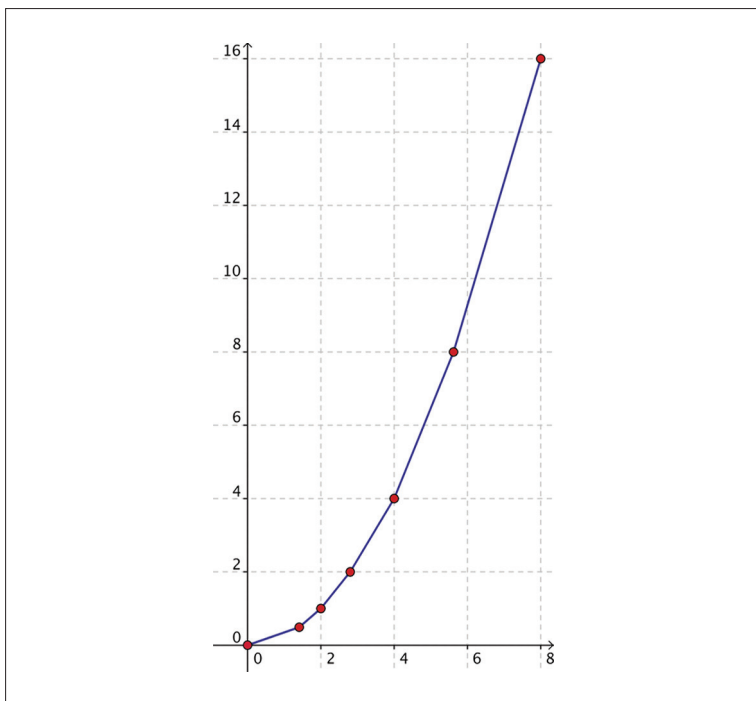



Gráfico 3 – Relação comprimento da corda no eixo *x*, e período no eixo *y*

É possível continuar aprofundando para tentar deduzir a equação que descreve o gráfico obtido com sua respectiva análise.

- *Pêndulo liberado desde um ângulo maior, mantendo constante o comprimento.*

$\boldsymbol{L}$ = 1 m para todos;

A_1 = 0.5 m; A_2 = 1 m; A_3 = 1.5 m;
A_4 = 2 m; A_5 = 2.5 m; A_6 = 3 m

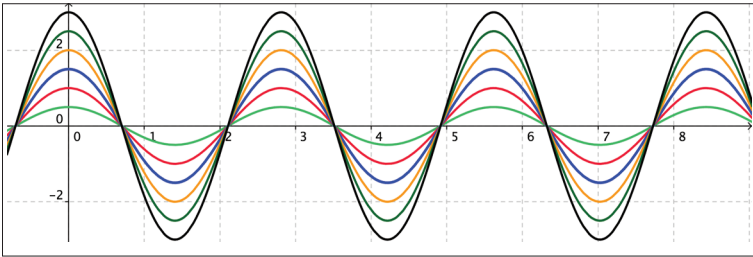



Gráfico 4 – Comprimento da corda igual, diferente amplitude

É fácil pensar que, se a amplitude (***A***) da oscilação aumenta então aumentará também o tempo em ir e voltar, mas o gráfico oferece informação que mostra um período (***T***) constante para todas as amplitudes. Isso aumenta as possibilidades de debate com estudantes, pois, para construir uma explicação, é preciso compreender a forma em que atua a gravidade sobre o funcionamento da massa do pêndulo, do mesmo modo que implica aprofundar-se no estudo da energia do sistema.

- *Pêndulos de comprimentos extremamente pequenos e extremamente grandes.*

Esses tipos de perguntas são vantagens do uso do *software*, pois são experimentos mentais que dificilmente poderiam ser levados a cabo na vida real, mas que permitem ao estudante reforçar suas hipóteses e tirar conclusões dos seus raciocínios. Observa-se, por exemplo, que os gráficos correspondem aos seguintes dados;

A = 0.5 m para todos;
L_1 = 1 m; **L_2 = 40 m;** **L_3 = 160 m**

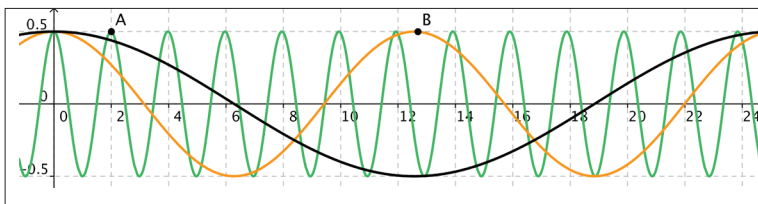



Gráfico 5 – Amplitude igual, comprimentos com grande diferença

A fim de reforçar conceitos, esse tipo de exercício pode ser aproveitado para estudar a relação frequência (f) e comprimento da onda (λ), tanto como o comportamento da frequência (f) e frequência angular (w) num movimento harmônico simples, entre outros aspectos.

Previsões que podem ser feitas a partir dos gráficos

- *Se forem somadas as equações de dois pêndulos, que tipo de gráfico é obtido? E o que significa fisicamente?*

Fisicamente poderia ser interpretado como a oscilação de um pêndulo duplo, cuja oscilação pode ser descrita como a soma aritmética das amplitudes de cada oscilação, que significa que aparecerão resultados com amplitudes somadas, diminuídas ou anuladas. Além disso, as possibilidades de combinação de pêndulos são muitas, levando-se a estabelecer previsões para poder decidir o tipo de dados que vão se inserir nas equações e o tipo de análise que se deve fazer para tirar conclusões.

Pode-se imaginar um sistema como o da Figura 7, em que os pêndulos estão acoplados em um plano vertical e com o mesmo eixo de oscilação, dando liberdade ao estudante para testar outras possibilidades, mas sempre procurando a coerência dos seus raciocínios. Algoritmicamente se poderia pensar que a equação que descreve o sistema seria a soma aritmética da equação do pêndulo 1 com a do pêndulo 2, tendo, assim:

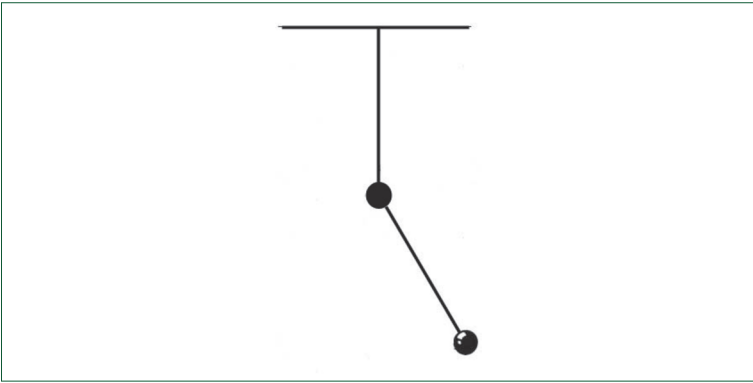



Figura 7 – Sistema de um pêndulo duplo

(5) $$y_1 = A_1 \, Cos(w_1 t)$$

(6) $$y_2 = A_{2.} Cos(w_2 t)$$

(7) $$Y=A_1 \, Cos(w_1 t) + A_2 \, Cos(w_2 t)$$

Sendo a equação (7) a chave de entrada ao GeoGebra.

- *Pêndulo duplo com igual comprimento e amplitude para cada, liberados ao mesmo tempo.*

Podemos ver que igual ***L*** e igual ***A*** dão oscilações iguais em dois pêndulos diferentes, mas, se estivessem acoplados, o que resultaria?

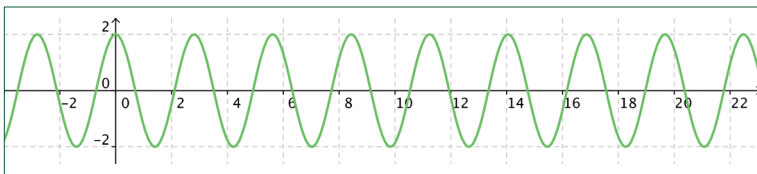



Gráfico 6 – Pêndulo 1

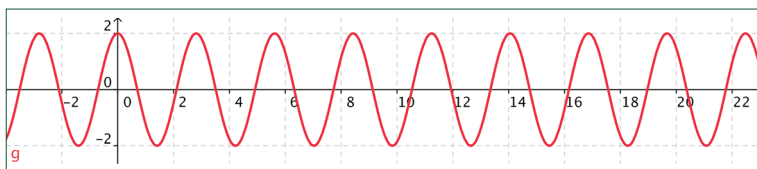



Gráfico 7 – Pêndulo 2

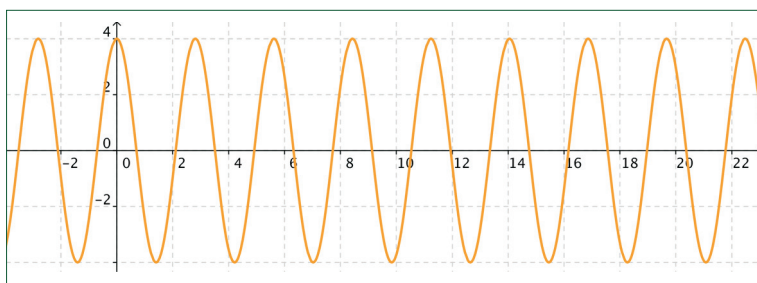



Gráfico 8 – Somatório dos pêndulos 1 e 2

Observa-se que o período (***T***) é igual ao que tem cada um dos pêndulos, mas a amplitude (***A***) é a soma das duas, tendo como resultado uma nova oscilação com amplitude ***A*** = 4. O que significa isto no sistema físico?

- *Pêndulo duplo com igual comprimento e amplitude cada, liberados em diferentes tempos.*

Para esse caso foram representadas três situações:

Defasagem π/2

(8) $y_1 = 2\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{10})t)$

(9) $y_2 = \mathbf{2.}\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{10})t+\pi/2)$

(10) $Y = 2\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{10})t)+ \mathbf{2.}\text{Cos}((\sqrt{10}/10)t+ \pi/2)$

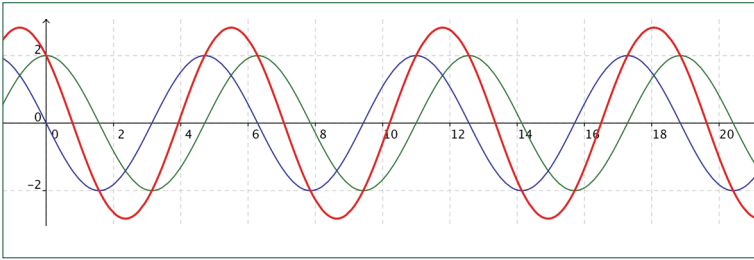



Gráfico 9 – Pêndulos com defasagem $\pi/2$

Quando os pêndulos iguais em comprimento e amplitude são liberados em tempos diferentes se diz que não estão em fase; nesse caso, há uma defasagem de ¼ de oscilação, quer dizer, quando o primeiro pêndulo realizou ¼ da sua oscilação, o segundo pêndulo inicia seu movimento. Observa-se que a amplitude (A) resultante, ou seja, a máxima elongação do sistema, é maior do que as outras, mas não é o dobro. Por quê?

Defasagem π

(11) $$y_1 = 2\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{10})t)$$

(12) $$y_2 = 2.\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/10)t+\pi)$$

(13) $$Y = 2\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{10})t) + \mathbf{2}.\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/10)t+\pi)$$

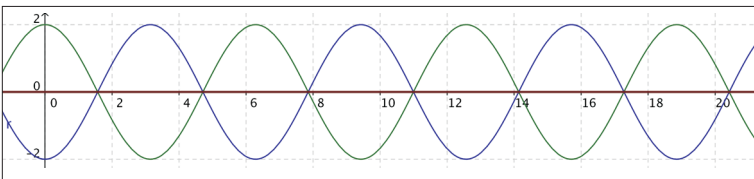



Gráfico 10 – Pêndulos com defasagem π

A defasagem é meia oscilação, quer dizer, quando o pêndulo 1 começa a voltar, o pêndulo 2 inicia seu movimento, fazendo que a resultante seja zero para o sistema, razão pela qual no gráfico observa-se uma linha sobre o eixo ***x***. Como descrever o sistema após liberar o segundo pêndulo?

Defasagem 3π/4

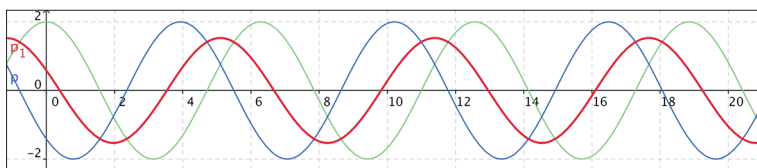



Gráfico 11 – Pêndulos com defasagem 3π/4

Agora a amplitude do movimento resultante é menor do que as outras. Cabem então para essas três situações as seguintes perguntas: em que casos, tendo dois pêndulos de igual comprimento e amplitude, a resultante é maior ou menor; o que acontece com o período da resultante; que interpretações físicas podem ter esses resultados, entre outras que respondam aos propósitos de professores e estudantes.

- *Pêndulos com diferente comprimento e igual amplitude.*

Dado que o comprimento tem a ver com a frequência de cada pêndulo, pode-se refletir se, ao acoplar os pêndulos, suas frequências também são somadas.

$$\boldsymbol{A} = 2; \qquad \boldsymbol{L_1} = 8, \qquad \boldsymbol{L_2} = 16$$

(14) $$Y = \mathbf{2}\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{8})t) + \mathbf{2}.\mathrm{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{16})t)$$

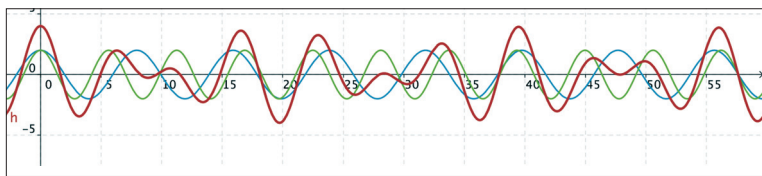



Gráfico 12 – Pêndulos com diferente comprimento e igual amplitude

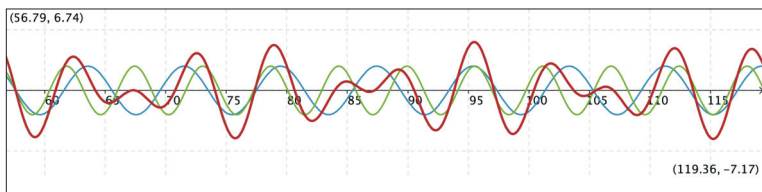



Gráfico 13 – Continuação do gráfico 12

As oscilações de cada pêndulo por separado têm sempre a mesma amplitude com períodos de oscilação diferentes, mas o movimento resultante apresenta um comportamento não exatamente repetitivo ao menos na parte de dados apresentados no gráfico, pois para iguais quantidades de tempo o ciclo apresenta padrões de comportamento diferentes, tanto no que se refere à elongação do movimento como aos tempos empregados para repetir o mesmo padrão de comportamento. Obtendo dados dos primeiros 44 pontos de máxima elongação do gráfico apresentado é possível notar que o padrão não é repetido em nenhum momento, como é observado na Tabela 3, em que ***S*** representa o ordem em que vão aparecendo os pontos máximos, e ***E*** representa o valor desse ponto máximo cada vez, com ***S*** no eixo *x*, e ***E*** no eixo *y* (Gráfico 14).

Tabela 3 – Elongação do pêndulo em uma sequência de 44 oscilações

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
E	4	2	0.6	3.6	3.1	0.1	2.5	3.9	1.2	1.2	3.8	2.8	0.1	3	3.6	0.8	1.8	4	2.2	0.4	3.4

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3.5	0.2	2.3	4	1.6	1	3.8	3	0	2.8	3.8	1.1	1.5	4	2.5	0.2	3.3	3.5	0.4	2	4	1.9	0.6

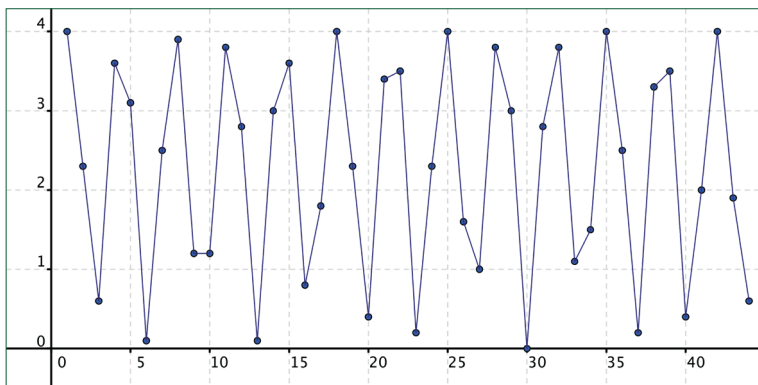



Gráfico 14 – Sequência de oscilações (S) no eixo x, versus elongações (E) no eixo y

Observa-se que, mesmo que fique repetido o valor máximo de 4, não é possível deduzir um período (***T)*** para este movimento. Que fenômeno físico poderia ser representado por este tipo de movimento?

- *Pêndulos com diferente amplitude e igual comprimento.*

$$\boldsymbol{L} = 2, \text{ e}, \boldsymbol{A_1} = 0.5 \text{ , } \boldsymbol{A_2} = 1$$

(15) $$Y_R = \mathbf{0.5}\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{2})t) + \mathbf{1}.\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{2})t)$$

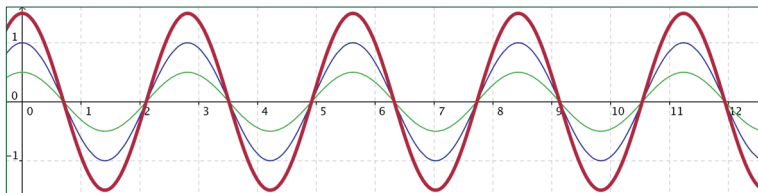



Gráfico 15 – Pêndulos com diferente amplitude e igual comprimento

Observa-se que as amplitudes são somadas, mas as frequências não, resultando um interessante fato para ser analisado com referência ao sistema físico.

- *Pêndulos com diferente amplitude e diferente comprimento.*

$\boldsymbol{A_1} = 0.5$, $\boldsymbol{L_1} = 2$; $\boldsymbol{A_2} = 5$, e $\boldsymbol{L_2} = 20$

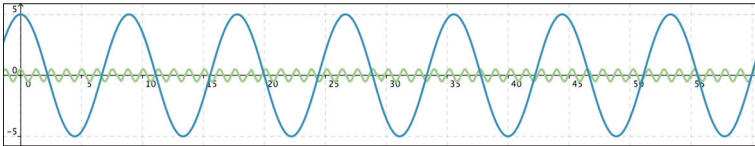



Gráfico 16 – Diferente amplitude, diferente comprimento

O gráfico mostra o comportamento que teria cada pêndulo separado, mas, ao fazer a soma,

$$Y_R = \mathbf{0.5}.\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{2})t) + \mathbf{5}.\text{Cos}((\sqrt{10}/\mathbf{20})t),$$

se tem os gráficos 17 e 18.

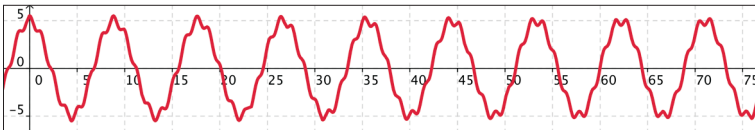



Gráfico 17 – Resultante da soma dos pêndulos do gráfico 16

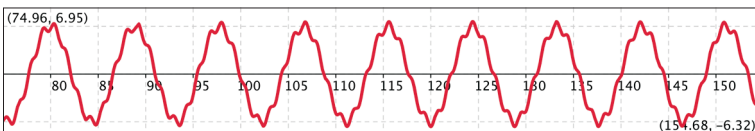



Gráfico 18 – Continuação do gráfico 17

O comportamento do pêndulo com maior amplitude e comprimento domina a resultante, mas o impacto do pêndulo com menor amplitude e comprimento parece produzir uma variação no padrão com o qual vão se alcançando os pontos máximos. Poderia ser verificado qual seria o estado do sistema para alguns dos pontos máximos e mínimos do gráfico.

Considerações finais

- Em cada um dos exercícios anteriores foram citadas perguntas que podem ser consideradas como perguntas de investigação, já que não têm uma resposta imediata, e precisam-se estabelecer processos que permitam fazer reflexões, caracterizar sistemas físicos, levantar hipóteses, tirar conclusões, e outros aspectos que dependerão das intenções e capacidades de aprofundamento tanto de estudantes como de professores.
- Se o começo do estudo do tema foi um levantamento de hipóteses ou predições sobre o modo como é aplicado o conhecimento da Física sobre fenômenos ondulatórios em algumas técnicas da medicina ou qualquer outro campo, então é possível tentar generalizar o comportamento oscilatório do pêndulo para outros fenômenos oscilatórios, o que implica processos de abstração cada vez em níveis mais altos.
- O uso do GeoGebra aqui apresentado permite trabalhar com os estudantes a importância de diferentes parâmetros, variáveis e constantes no momento de estudar um sistema físico, seja para levantar dados ou simplesmente para pensar neles, assim como oferecer rapidez para desenvolver processos de levantamento de hipóteses e comparação de resultados, permitindo alcançar maior grau de abstração na compreensão dos fenômenos. Também seria um ganho na aprendizagem conseguir que o estudante compreendesse a diferença entre fazer representações ondulatórias geometricamente e repre-

sentar graficamente a relação entre variáveis por meio de gráficos ondulatórios.

Referências bibliográficas

AZEVEDO. Using hypermedia as a metacognitive tool for enhancing student learning? The role of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 40(4), p.199-209, 2005.

BARBERÁ, O., VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciências: una revisión. *Revista Enseñanza de las Ciências (Espanha)*, 14(3), 1996.

CAMPANARIO, J. M. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Revista Enseñanza de las Ciências (Espanha)*, 18(3), p.369-80, 2000.

FLAVEL, J. Monitoring social cognitive enterprises: something else that may develop in the area of social cognition. In: ______, ROSS, L. (Ed.). *Social cognitive development*. Nova York: Cambridge University Press,1981.

FREITAS, M. S., BORGES, F. S., FILHO, J. B. D. *Abordagem qualitativa da série de Fourier através da análise de sinais eletroencefalográficos*. Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

HOHENWARTER, M., HOHENWARTER, J. *GeoGebra*: manual oficial de la version 3.2. 2009. Disponível em <www.geogebra.org>.

LÉCUYER, A., LOTTE, F., REILLY, R., LEEB, B., HIROSE, M., SLATER, M. Brain-computer interfaces, virtual reality, and videogames, *IEEE Computer*, v.41, n.10, p.66-72, 2008.

LEVY, P. Interface – Comunicação, Saúde, Educação. *Interface (Botucatu)*, v.3, n.4, fev. 1999.

POZO, J., GOMEZ, M. *A aprendizagem e o ensino de Ciências*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RESNICK, R., HALLYDAY, D., KRANE, K. *Física*. v.1. 3.ed. México: Compañía Editorial Continental, 1993. p 362-5.

SEARS, S. *Física Universitaria*. Editorial Addison-Weesley. v.1, p.495-8, 1996.

VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento:* repensando a educação. Diferentes usos do computador na educação. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.

ZARETSKY, E., BAR, V. How to develop meta cognition to thinking process in order to improve investigation skill. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 4(1), 2005.

10

A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de Matemática no ensino fundamental

Cristiane Grava Gomes[1]
Fernando Oliveira da Silva[2]
Jaqueline da Costa Botelho[3]
Aguinaldo Robinson de Souza[4]

---

1. É graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pela Fatec/Ourinhos, professora de Informática e Robótica Educacional no ensino fundamental na rede municipal de educação de Ourinhos e aluna especial do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* cgravagomes@gmail.com.
2. É graduado em Matemática Plena pela UENP/Jacarezinho (PR), especialista em Informática na Educação pela UEL/Londrina (PR), aluno especial do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* foxsilva1@hotmail.com.
3. É graduada em Matemática Plena pela UENP (2009)/Jacarezinho (PR), professora adjunta na rede estadual de educação de São Paulo e na rede particular, aluna especial do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* jaquelinedacostabotelho@yahoo.com.br.
4. Bacharelado em Química pela Universidade Estadual Paulista (1984), mestrado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo (1987), doutorado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo (1993) e pós-doutorado pela Universidade da Califórnia em San Diego (1995). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual Paulista. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Teórica, atuando principalmente nos seguintes temas: simulação computacional, *software* educativo, modelos moleculares, teoria do funcional da densidade e computação em GRID. *e-mail:* arobinso@fc.unesp.br.

Introdução

A robótica vem causando grande impacto na nossa sociedade por trazer inovações em diversos setores. Seja por extinguir postos de trabalhos ou criar outros, bem como na medicina, com médicos realizando intervenções cirúrgicas delicadas a distância, nas guerras e até no uso doméstico e na forma de nos relacionarmos socialmente, sem mensurar o amplo uso de robôs no chão industrial para realizar atividades repetitivas e de precisão. Isso por si só já a torna uma ciência interdisciplinar de grandes possibilidades na educação, pois, para Fazenda (1993), a interdisciplinaridade é a atitude positiva diante do conhecimento, que implica mudança comportamental diante da tomada de decisões. Para ela, a interdisciplinaridade promove cooperação, trabalho, diálogo entre as pessoas, entre as disciplinas e entre outras formas de conhecimento (Fazenda, 1994).

A robótica educativa não é jovem, tendo surgido por volta da década de 1960, quando seu pioneiro Seymour Papert[5] desenvolvia sua teoria sobre o construcionismo e defendia o uso do computador nas escolas como um recurso que atraía as crianças. Pode ser definida como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, em que o aprendiz tem acesso a computadores e *softwares*, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores,[6] rodas e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. Além de envolver conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô, são utilizados recursos pedagógicos para que se estabeleça um ambiente de trabalho escolar agradável. Aí se simula uma série de acontecimentos, muitas vezes da vida real, com alunos e profes-

---

5. Cientista pesquisador em estudos cognitivos do MIT (Massachusetts Institute of Technology).
6. Peças que funcionam como sentidos, que podem detectar objetos, sons, luz e calor. Esses sinais são convertidos para o computador para que as informações possam ser interpretadas e/ou manipuladas.

sores interagindo entre si, buscando e propiciando diferentes tipos de conhecimentos, inclusive e principalmente a Matemática.

A motivação no aprendizado em Matemática, segundo Daher & Morais (2007), consiste num processo de ensino que requer interesse em se criar estratégias na abordagem dos conteúdos. Desse modo está lançado o grande desafio da maioria dos professores: "provocar" no educando o interesse pelo conteúdo proposto. Experiências reais demonstram a veracidade dessa vertente do ensino. Essa relação interfere diretamente nos resultados que são esperados para tal propósito de aprendizagem, uma vez que se tenha empenho na busca constante por novas perspectivas de ensino; consequentemente, existirá um aluno capaz de compreender o real significado da busca por resultados coerentes com a necessidade de cada aplicação matemática.

Para Biembbengut & Hein (2007), durante o processo de ensino-aprendizagem, em especial, nesse caso, da Matemática, é possível identificar um ponto em comum que interligue o ensino voltado para conciliar o conhecimento matemático promovido com sua utilização prática. No desenvolvimento do aprendizado matemático, assim como em qualquer outra disciplina, estão presentes as fases pertinentes: a exploração do conteúdo, a compreensão, o entendimento e a aplicação; entretanto, o que diferencia a Matemática é a sua abstração na compreensão e no entendimento. O que ainda pode ter, algumas vezes, um resultado diferente do que realmente se espera, deixando o aluno desmotivado e sem maiores interesses na disciplina.

Para tal fato propomos uma integração de meios que viabilizem o processo ensino-aprendizagem na Matemática. Destacamos ainda a utilização de novas tecnologias que interfiram de modo eficaz e verifiquem a aplicação matemática efetivamente.

A atual situação mundial, chamada "era da informação" (Santos, 2006), da busca eminente e incessante pelo conhecimento, torna necessárias a atualização e a utilização de meios que modifiquem o ensino e aprendizagem, instiguem e criem situações provocantes

nos alunos, para que os mesmos possam criar suas soluções e adequabilidade dos problemas que os envolvem diariamente.

> As tecnologias novas não poderiam ser indiferentes a nenhum professor, por modificarem as maneiras de viver, de se divertir, de se informar, de trabalhar e de pensar. Tal evolução afeta, portanto, as situações que os alunos enfrentam e enfrentarão, nas quais eles pretensamente mobilizam e mobilizarão o que aprendem na escola. (Perrenoud, 2000, p.138)

Em uma velocidade incrível, a aplicação crescente da tecnologia vem transformando o papel do professor, que deve assumir, como mediador do processo de aprendizagem, o papel de "problematizador" que ajuda o aluno a buscar de maneira autônoma a solução, bem como estreitar o caminho entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico.

É nesse contexto que nos propomos a repensar a prática pedagógica, pois não devemos nos esquecer de que os nossos alunos crescem incorporando as inovações tecnológicas.

Diante de tais reflexões, percebemos que se faz necessária a busca por novas metodologias que viabilizem aos estudantes a incorporação do raciocínio, do emprego da lógica e da análise de situações para diferentes resoluções de problemas que envolvam cálculos, aplicação de fórmulas ou conceitos matemáticos. D'Ambrósio (1990) afirma que a Matemática é uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível e perceptível e com o seu mundo imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural. Nesse contexto, a Matemática é vista como uma rede de conhecimentos interligados; o importante não é mais o conjunto de conhecimentos adquiridos ao final de um ano letivo, mas sim o que esses conhecimentos possibilitam como degraus para novas aprendizagens futuras.

A robótica educativa, se bem conduzida, favorecerá o crescimento intelectual do aluno por meio da experimentação, cons-

trução, reconstrução, observação e análise. Os alunos, na tentativa de resolver seus problemas com as construções e o programa computacional que as controla, podem manipular diferentes conceitos no domínio das ciências (Física, Mecânica, Matemática, Computação, etc.) (D'Abreu, 2002 apud Zilli, 2004). Ao trabalhar em um ambiente de robótica educativa, o protótipo construído pelos alunos passa a ser um artefato cultural que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias.

Educação e tecnologia

A teoria de estilos de aprendizagem (Melaré apud Alonso & Gallego,2002), que considera as diferenças individuais para a aprendizagem, defende que, se mais de um sentido do educando for mobilizado, tanto mais fácil será seu aprendizado. As tecnologias na educação, nesse aspecto, oferecem vários recursos pedagógicos que favorecem a forma de aprender de cada indivíduo na sua diversidade, oferecendo múltiplos estímulos, como a visão, audição e o tato simultaneamente.

Destacamos a utilização da robótica educativa para proporcionar um ambiente interligado com as novas tecnologias elencando algumas vantagens nesse sentido:

- Familiarização com novas tecnologias.
- Contextualização do conteúdo com a aplicação real do problema proposto.
- Aplicabilidade de conceitos e termos matemáticos, ou não, na prática.
- Resolução de problemas visando à autonomia do aluno.
- Retomada e análise dos resultados.

É oportuno ressaltar a falta de atenção à questão nos cursos de formação de professores nas universidades, que não possuem em sua matriz curricular, na maioria das vezes, uma disciplina voltada

para a familiarização de conteúdos ligados à informática com aplicação voltada para o ensino em sala de aula. Como constata Araújo (2004), isso não se reduz à implantação de laboratório de informática com equipamentos de última geração; é preciso rever o modelo de formação institucionalizado e prover a incorporação digital no currículo de formação do professor. Obtemos, dessa maneira, um distanciamento real da condição do professor de lidar com as novas tecnologias, chegando evidentemente a situações dramáticas, nas quais o professor fica "para trás" com relação aos alunos que empírica ou tecnicamente estão mais acostumados a lidar com o computador. Nesse sentido, existem, algumas vezes, o desinteresse dos professores formados e a falta de atualização didática, que não acontece na prática dos docentes; os motivos para isso são os mais variados possíveis, sendo que é claro que parte dessa responsabilidade é dos órgãos governamentais que deveriam promover cursos de atualização e treinamentos nessa área para os professores.

Na verdade, não existe o professor formado; o verdadeiro profissional da educação é aquele que busca sempre o conhecimento eminente, que está interligado com as questões que envolvem o mundo que os permeia. É fato e deixemos claro que todo conhecimento adquirido e vivenciado ao longo de anos de magistério nunca se anula, a nova informação vem sempre se somar para que possamos compor um cenário cada vez mais rico em mecanismos de ensino e aprendizagem do conhecimento.

Deve haver consenso em dominar as técnicas necessárias à prática do uso da tecnologia e ao conhecimento pedagógico (Valente, 2005, p.20), isto é, de nada adianta ter a pedagogia, a didática de um professor e não dominar essa área da tecnologia e vice-versa. Desse modo, essas práticas devem caminhar paralelamente no que diz respeito à aquisição desses conhecimentos.

Do educador, segundo Paulo Freire (2002), exige-se um cuidado permanente para se exercer uma pedagogia fundada na ética, no respeito à dignidade e à própria autonomia do educando. Formar é muito mais do que puramente treinar o educando no desempenho de destrezas; é reforçar no educando sua capacidade crítica, sua

curiosidade e sua insubmissão. Torná-los seres criadores, instigadores, inquietos, humildes e persistentes. Somos sujeitos do processo e não puros objetos.

Exercitaremos a nossa capacidade de aprender e de ensinar, mais e melhor, quando incorporarmos em nossa prática as novas tecnologias (Perrenoud, 2000), compreendermos a educação como fundamento primordial e reconhecermos que o conhecimento é construído como resultado de um processo baseado em experiências estimuladoras que, juntamente com o material que lhe é oferecido, o educando compreende e, a partir disso, torna-se capaz de produzir.

A robótica educativa como ferramenta no processo de aprendizagem exercita e instiga a curiosidade, a imaginação e a intuição, elementos centrais que favorecem experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade. A autonomia se constrói, assim, na experiência de inúmeras decisões que vão sendo tomadas, é um processo em que o sujeito se torna cognoscente (Freire, 2002).

Para Piaget (1976), uma das chaves principais do desenvolvimento é a ação do sujeito sobre o mundo e o modo pelo qual isto se converte num processo de construção interna. Uma vez que o sujeito está em constante atividade com o ambiente, elaborando e reelaborando hipóteses que o expliquem, passa por conflitos cognitivos que o levam a buscar reformulações para suas hipóteses, ampliando mais seus sistemas de compreensão, num contínuo pela busca do equilíbrio de suas estruturas cognitivas.

É preciso conduzir os alunos para o conhecimento do objeto, curar a ansiedade que se apodera de qualquer mente diante da necessidade de corrigir sua maneira de pensar e de sair de si para encontrar a verdade objetiva (Bachelard, 1996, p.223).

Robótica e interdisciplinaridade

Muito se tem falado em interdisciplinaridade nas escolas e universidades por professores e pesquisadores ao longo dos anos, com

a definição se referindo, de modo geral, a um processo de integração recíproca entre várias disciplinas e campos de conhecimento, como veremos a seguir mais detalhadamente.

> A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados. (Brasil, 1999, p.89)

Tal explicação suscita um entendimento nesse sentido da conexão dos conhecimentos matemáticos com outras áreas do saber, daí então o motivo da utilização significativa das tecnologias no meio educacional.

A robótica é uma área de pesquisa que visa ao desenvolvimento de robôs que venham a auxiliar o homem em tarefas complexas e/ou repetitivas. Observamos o avanço dessa ciência em muitos campos: na medicina, na astronomia, na indústria automobilística e têxtil, etc. Sendo uma área que agrega conhecimentos nas diversas ciências, pode-se dizer que ela é por natureza interdisciplinar.

Consideraremos aqui o uso de *kits* robóticos didáticos, os quais são disponibilizados no mercado sob várias marcas e modelos. Não enfatizaremos aqui nenhuma marca específica, pois o nosso objetivo não é ressaltar este ou aquele como sendo o melhor, mas sim mostrar de maneira prática que esses materiais podem contribuir muito para a aprendizagem e motivação dos alunos em sala de aula nos diversos conteúdos curriculares, especificamente no de Matemática.

As tecnologias podem ser classificadas de acordo com a necessidade de cada finalidade para que será utilizada; por exemplo, um professor poderá usar o computador na utilização de um *software* livre ou não para realizar sua aula. Outro ainda poderá usar o mesmo computador apenas com o propósito de realizar uma

simples pesquisa de dados históricos e significados dependentes, bastando para isso apenas a utilização da rede mundial de conectividade, a Internet.

Ter uma metodologia bem definida ao realizar um trabalho interdisciplinar é fundamental, é um meio que nos possibilita atingir um determinado objetivo cognitivo. Construindo o conhecimento voltado para a inter-relação entre as disciplinas e os conteúdos destas, chegamos à inter-relação e conexão entre os conhecimentos de forma consciente. Professor e aluno têm o compromisso de participar da elaboração do conhecimento, pois este não existe *a priori*, pronto e acabado.

Neste sentido, Papert (1986) afirma que "dizer que estruturas intelectuais são construídas pelo aluno, ao invés de ensinadas por um professor, não significa que elas sejam construídas do nada. Pelo contrário, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia".

O robô, nesse sentido, é utilizado como elemento que auxilia no processo ensino-aprendizagem desde o ensino fundamental.

Dentre as muitas vantagens pedagógicas do uso da robótica educativa, Zilli (2004), defende que a robótica educacional pode desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações, e capacidade crítica.

Quanto ao trabalho proposto em formação de grupos, Castilho (2002) diz que é possível que, através do uso da robótica educacional, se possa criar mais possibilidades do desenvolvimento de diversas inteligências. Quando se forma um grupo é comum reunir

alunos com diferentes habilidades ou aptidões. Um com conhecimento maior em eletrônica, outro na área de programação, outro na parte de estrutura com conhecimento maior em mecânica. Assim, um grupo heterogêneo, mas com a mesma finalidade, cresce enquanto pessoas humanas, desenvolvendo seus talentos criativos nas mais diferentes áreas. Essa nova prática traz para a educação uma nova realidade, na qual o aluno é o centro do processo e aplica sua imaginação criadora interferindo no meio. Ele não se limita apenas a fornecer respostas operantes sobre o ambiente, mas a significar e, por sua própria ação, ressignificar a experiência. Ele percebe o meio que lhe é apresentado e pode agir, montando e desmontando um robô, usando e buscando peças de que necessita e que, muitas vezes, precisa adaptar ao projeto, pois não é exatamente o que pensava de início.

Robótica e aprendizagem

Como Vygotsky (1998) define, a aprendizagem é baseada principalmente no relacionamento das pessoas e caracteriza mudança de comportamento, pois desenvolve habilidades. No nosso caso, essas habilidades são desenvolvidas a partir da interação com os protótipos robóticos[7] e a mediação do professor.

Segundo o autor bielorrusso (1998), nas tentativas do sujeito aprendiz para resolver problemas atinge-se a zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre o desenvolvimento real, aquele que cada pessoa é capaz de realizar por si mesma, e a zona de desenvolvimento potencial, aquele que a pessoa consegue fazer com ajuda de outros mais capazes.

Essas interações estabelecem-se entre professor-aluno-robô e são fundamentais para o desenvolvimento do domínio do simbolismo, trazendo vantagens sociais, cognitivas e afetivas.

---

7. Protótipo robótico é uma versão de um robô para avaliação de suas estruturas e tarefas.

A experimentação é uma prática na qual, segundo Borba (1999), problemas abertos são propostos pelo professor e na qual há uma exploração em grupo de temas relacionados com a Matemática. A ideia central da experimentação é trabalhar conceitos matemáticos como funções, modelando fenômenos. Nada mais entusiasmante que o professor lançar um desafio em que os alunos se vejam como os coautores de seu aprendizado. Que possam manipular os objetos e formas reais na obtenção das respostas para o que foi proposto resolver. E a robótica é uma ferramenta sazonal para esse tipo de atividade. Partindo de um estímulo-"problema" de cunho real que o professor-orientador propunha, como "desenvolver certo movimento para o robô". Logo o discente se põe a pensar para resolver tal atividade do robô e se vê motivado a buscar novas relações da Matemática no mundo e vice-versa.

Então se dá a busca por conceitos matemáticos a partir desse estímulo real, na qual o aluno vai compor seus próprios conceitos e identificar uma matemática própria, extinguindo o que Freire, (1987) chama de conhecimento bancário, que é o que ocorre quando o aluno é visto pelo professor como uma conta na qual este vai depositando a sua contribuição em forma de conhecimento. Ele próprio, "o aluno", constrói uma ponte até o conhecimento e, depois de encontrado o necessário para a ação, volta ao estágio inicial, agora com a pergunta respondida e a possibilidade de aplicar os conceitos vistos.

Essa forma de pensar o processo de ensino desbanca também a necessidade de acompanhar o livro didático à risca, como relata Echeverría (2008). Os professores, em sua maioria, não tiveram esse preparo para organizar tanto as atividades como a forma de avaliar, pois na maioria das vezes se limitam a acompanhar o livro-texto.

Há também a questão da não abstração; o aluno não é obrigado a ter que abstrair a Matemática para um contexto real, por partir de uma necessidade real. Ele busca os conhecimentos matemáticos essenciais para a resolução de uma tarefa específica e de seu interesse, o que salientamos aqui ter um papel motivador. O professor,

por sua vez, vai direcionando o aluno pelo caminho matemático e não mais dosando os conteúdos e fórmulas que o aluno deve saber. Gera-se assim um ciclo no qual o aluno é quem vai à busca do conhecimento pela necessidade criada num contexto real, e, ao encontrar as respostas para suas perguntas dentro do campo lógico--matemático, volta ao real para aplicar o seu conhecimento, agora lapidado e construído por si com auxílio do professor.

Cada etapa permite que o educando, juntamente com o professor, compreenda concretamente o que é a construção da aprendizagem. Tanto professor como aluno criam uma relação afetiva com o projeto, comprometendo-se com a tarefa proposta e conciliando as novas aprendizagens com habilidades requeridas. Equilibrando habilidades e desafios, eles experimentam um alto grau de motivação e satisfação.

> E o que se aprende fazendo fica muito mais enraizado no subsolo da mente do que o que qualquer pessoa possa nos dizer. (Seymour Papert)

Para a construção da autonomia, segundo Freire (2002), não basta dar liberdade, é preciso pensar nas formas pelas quais lidamos com os conteúdos que ensinamos. Quanto mais criticamente se exerça a capacidade de aprender, tanto mais se constrói e desenvolve curiosidade epistemológica, sem a qual não alcançamos o conhecimento cabal do objeto.

Papert (1980) diz que um indivíduo pode aprender, e a maneira com que aprende depende dos modelos que tem disponível. Isto levanta, de forma recursiva, a questão de como se aprende nesses modelos. Assim, as leis de aprendizagem devem versar sobre como estruturas intelectuais crescem para fora uma da outra e sobre como, no processo, elas adquirem forma lógica e emocional.

Por exemplo: consideremos o desafio lançado pelo professor para a construção de uma montanha-russa, modelo de brinquedo muito comum em parques de diversão, portanto objeto de conhecimento dos alunos. Ao manipularem as peças ou objetos do *kit* ro-

bótico, partem do pensamento abstrato para o concreto, pois deve haver a concepção de quais mecanismos serão adequados para a construção que viabilizará os movimentos esperados. Esse ato de "brincar" do real para o imaginário cria na criança a possibilidade de exercitar-se no domínio do simbolismo (Vigotsky, 1998).

Contextualizando a construção com o objetivo específico do professor, estabelece-se uma conexão dos conhecimentos prévios com os novos a que se propõe.

Durante o processo de construção, há uma constante interação do pensamento abstrato com o concreto. Esse processo de construção de protótipos proporciona um ambiente de aprendizagem muito dinâmico para o processo de mediação a ser realizado pelo professor, que constantemente intercederá com novos conhecimentos tecnológicos e instigará novos desafios. São comuns os conflitos, nos quais o professor negociará e ouvirá diferentes ideias e opiniões dos alunos para os mesmos problemas propostos e orientará quanto ao uso racional e efetivo da tecnologia.

Trabalhos assim estimulam os alunos a aprender e conhecer coisas. Há estreitamento com o tema, e os conhecimentos prévios equilibram-se com novas habilidades e desafios. Os alunos pensam sobre como as coisas funcionam, experimentam, observam, analisam e corrigem os possíveis erros.

Ao terminarem a construção do protótipo, poderão ser analisados muitos conceitos na prática, como princípios da Física – a transformação da energia potencial em energia cinética e vice-versa, além dos conceitos de atrito, aceleração – e da Matemática – medições, medidas de ângulos e o nosso objetivo, o estudo das equações de segundo grau. Como no exemplo do brinquedo de parque, a criança pode desenvolver, através de funções matemáticas de 2º grau, o movimento ou até mesmo prever a velocidade com que o mecanismo trabalhará.

Considerações finais

Espera-se que este trabalho possa vir a ser uma sugestão metodológica no auxílio do ensino, buscando por meio de tal empenho propor uma nova utilização da abordagem de conceitos que dizem respeito ao interesse no ensino da Matemática.

> É papel da escola formar indivíduos – crianças e professores – que saibam usar crítica e criativamente o computador – tecnologia social e histórica como o cinema, a fotografia, a pena, a impressão e a escrita. É papel da escola democratizar o acesso a mais um instrumento de criação (humana). (Nogueira, 1998, p.124)

A escola tem a missão de preparar o indivíduo para a vida e sente a responsabilidade de não fechar os olhos para a realidade, que muito dependerá de como ela atende e operacionaliza a educação tecnológica, para que esta venha a contribuir para a aprendizagem e a construção do conhecimento.

> É impossível ignorarmos a produção cultural moderna, com todos os avanços tecnológicos existentes. Seja pelas qualidades positivas que possui e que oferecem inúmeras possibilidades pedagógicas interessantes. Seja pela necessidade de lutar-se pela sua democratização, estabelecendo com ela uma relação mais crítica, que se reverta em maior qualidade de vida e de bens culturais para a população. Manter-se distante da produção cultural contemporânea seria um erro, já que não há como subestimar sua concreta existência em nossas vidas. (Pinto, 1996)

Educação e tecnologia estão interligadas, sendo essa condição evidentemente contemplada nas novas propostas de ensino, pois, assim como em outras áreas do saber, na pedagogia a instrumentação da educação deve propiciar um ambiente de convívio saudável, de acordo com a situação vivenciada.

quem forma se forma e re-forma ao for-mar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado... não há docência sem discência... quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. (Freire, 2002, p.9)

Referências bibliográficas

ALONSO, C. M., GALLEGO, D. J., HONEY, P. *Los estilos de aprendizaje*: procedimientos de diagnóstico y mejora. Madri: Mensajero, 2002.

ARAÚJO, P. M. C. *Um olhar docente sobre as tecnologias digitais na formação inicial do pedagogo.* Belo Horizonte, 2004. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Disponível em <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Educacao_AraujoPM_1.pdf>. Acesso em 23/6/2010.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2007.

BORBA, M. C. Calculadoras gráficas no Brasil. In: FAINGUELERNT, E. K., GOTTLIEB, F. C. (Org.). *Calculadoras gráficas e educação matemática*. 2.ed. Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* ensino médio. Brasília: 1999.

CASTILHO, M. I. *Robótica na educação*: com que objetivos? Porto Alegre, 2002. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.pgie.ufrgs.br/alunos_espie/espie/mariac/public_html/robot_edu.html>. Acesso em 12/4/2010.

DAHER, A., MORAIS, G. de. *Os desafios da aprendizagem em Matemática*. 2007. Monografia (graduação) – Unilavras. Disponível em <http://www.somatematica.com.br/artigos.php?pag=1>. Acesso em 24/4/2010.

D'AMBRÓSIO, U. *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas: Papirus, 2001.

ECHEVERRÍA, A. R. et al. Formação de grupos interdisciplinares de professores numa interação universidade-escola. *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV Eneq)*. 2008. Disponível em <http://bohr.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0800-1.pdf>. Acesso em 12/4/2010.

FAZENDA, I. A *interdisciplinaridade:* história, pesquisa e teoria. Campinas: Papirus, 1994.

_____. *Interdisciplinaridade um projeto em parceria.* 2.ed. São Paulo: Loyola, 1993. (Coleção Educar).

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

_____. *Pedagogia do oprimido*. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

MELARÉ, V. B. D. *Estilos de aprendizagem no contexto educativo de uso das tecnologias digitais interativas*. Disponível em <http://lantec.fae.unicamp.br/lantec/pt/tvdi_portugues/daniela.pdf>. Acesso em 8/4/2010.

NOGUEIRA, L. Imagens da criança no computador. In: KRAMER, S., LEITE, M. I. F. P. (Org.). *Infância e produção cultural*. Campinas: Papirus, 1998.

PAPERT, S. *A máquina das crianças*: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

_____. *LOGO*: computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1986.

_____. *Mindstorms*: children, computers, and powerful ideas. Nova York: Basic Books, 1980.

PERRENOUD, F. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIAGET, J. *A equilibração das estruturas cognitivas*: problema central do desenvolvimento. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PINTO, M. R. D. *Escola e linguagens contemporâneas*: um desafio. Rio de Janeiro: 1996, mimeo.

SANTOS, M. *Contribuição à compreensão da "Era da Informação" no contexto das organizações*: um ensaio teórico plural. 2006. Dispo-

nível em <http://www.cyta.com.ar/ta0504/v5n4a1.htm>. Acesso em 17/4/2010.

SILVA, A. F. da. *RoboEduc*: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. Natal, 2009. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em <ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AlziraFS.pdf>. Acesso em 8/4/2010.

VALENTE, J. A. O salto para o futuro. *Cadernos da TV-Escola*. Brasília: Sede MEC, 2005.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZILLI, S. do R. *A robótica educacional no ensino fundamental:* pespectivas e práticas. Santa Catarina, 2004. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

11

TV digital e edutretenimento: proposta de modelo de produção de programa interativo para o Ensino de Ciências[1]

Marcos Américo[2]
Wilson Massashiro Yonezawa[3]

O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de modelo de produção de programa de TV digital interativa para o Ensino de Ciências através da utilização de cinco referenciais fundamentais: Ensino de Ciências, objetos de aprendizagem (OAs), edutretenimento, *storytelling* e animação. Para tanto, é apresentada uma proposta de como produzir conteúdo educativo para TVD através de um modelo que estabelece as relações entre a produção de OAs e as etapas que regem a metodologia já consagrada de produção audiovisual: pré-produção, produção e pós-produção.

---

1. Este texto é uma revisão do trabalho intitulado "TV digital, edutretenimento e Ensino de Ciências", apresentado no I Simpósio Internacional de TV Digital realizado na UNESP, Campus Bauru, de 18 a 20 de novembro de 2009.
2. Docente do Departamento de Comunicação Social da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* tuca@faac.unesp.br.
3. Docente do Departamento de Computação e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, ambos da Faculdade de Ciências, UNESP/Campus de Bauru. *e-mail:* yonezawa@fc.unesp.br.

A disseminação das TICs proporcionou a criação da infraestrutura de redes informatizadas e o EaD (Ensino a Distância) tomou novo rumo através das diferentes plataformas de *hardwares* e *softwares* que possibilitaram o *e-learning*, ou seja, uso da Internet para fins educativos. É nesse contexto que se desenvolveram os objetos de aprendizagem (OA), assim definidos por Wiley (2000): "Qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem". A princípio não há consenso sobre a definição de OA, mas uma análise mais minuciosa revela algumas características em comum, propostas por diversos autores, como: ser um recurso educacional digital, permitir flexibilidade de (re)uso, e ter diferentes tamanhos (granularidade) e formatos de mídia. Com o propósito de estabelecer as relações entre esses conceitos foi elaborado um mapa conceitual (Figura 1) que descreve hierarquicamente a proposta de MacGreal (2004) para os objetos de aprendizagem.

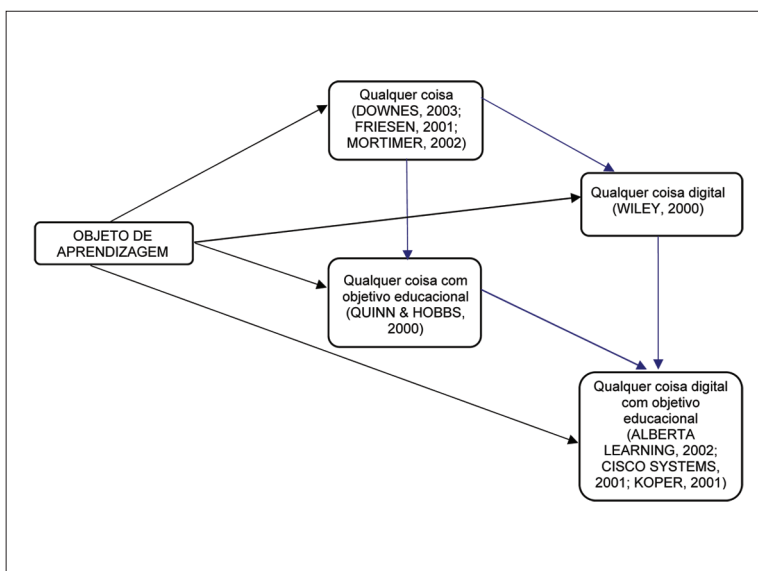



Figura 1 – Mapa conceitual da definição de objeto de aprendizagem elaborado a partir de MacGreal (2004)

Os conceitos de edutretenimento (*edutertainment*) e edutenimento (*edutainment*), que são tomados neste trabalho como sinônimos, acham em Walldén & Soronen (2004) sua mais simples e completa definição: "são programas que utilizam diversas mídias para incorporar mensagens educativas em formatos de entretenimento, ou seja, educam com métodos de entretenimento". O surgimento do termo é pouco preciso e comporta várias paternidades.[4]

Storytelling (Tingöy, 2006) é a arte de retratar eventos reais ou ficcionais através de palavras, imagens e sons, sendo assim um aspecto crucial da modernidade. As histórias não são contadas simplesmente com o objetivo de entreter, mas também de ensinar lições e a conduta esperada pelo grupo, assumindo também um caráter de formação moral da comunidade que representa. Para o referido autor, as narrativas são comuns em nossa vida cotidiana devido à habilidade natural do ser humano em se utilizar de sua capacidade comunicacional, notadamente a verbal, para ensinar, explicar e entreter. Hsu (2008) declara que a afinidade humana para as narrativas revela pistas sobre nossa história evolucionária e sobre as raízes que sustentam as emoções e a empatia em nossas mentes, e, estudando sua força ao influenciar crenças é possível entender como analisamos informações e aceitamos novas ideias. Pellowski (1977) afirma que o *storytelling* é fruto da arte ou habilidade humana em narrar histórias em verso ou prosa diante de uma audiência e pode ou não dispor de mecanismos tecnológicos em sua apresentação.

Dentre as possibilidades educativas da animação em um ambiente interativo como a TV digital se configura um termo recente e de interesse para este trabalho: os "agentes pedagógicos animados", que são considerados por Fraga et al. (2001) "personagens vivos que coabitam o ambiente de ensino criando uma rica inte-

4. Para informações mais detalhadas, consultar Américo (2010), onde existe toda uma seção sobre "Edutretenimento". Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=174670>. Acesso em 24/4/2010.

ração na aprendizagem face a face com o aluno. Essa interação explora a comunicação, criando um ambiente de *feedback* interativo e dinâmico". Para Bocca et al. (2003), esses agentes "tornam a experiência de ensinar (aprender) mais agradável". Além disso, apresentam vantagens, como melhorar a comunicação entre o aplicativo e o aluno, melhorando neste último a habilidade de envolver e motivar esse tipo de usuário.

Como metamétodo para o desenvolvimento do modelo aqui proposto foram utilizadas as ferramentas denominadas por Ausubel (1980), em sua teoria da aprendizagem significativa, de organizadores prévios (OP) ou antecipatórios. O autor nomeia as ideias que promovem ancoragem ou a atração de elementos de *subsunçores* e propõe o uso de certos instrumentos como "textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais, etc." (Moraes, 2005) para desempenhar as funções de ancoragem do novo conhecimento. Esses "ativadores de subsunçores" que constituem os organizadores prévios têm por objetivo, conforme Moraes (2005), funcionar "como agentes facilitadores, criando uma 'ponte cognitiva' entre o que já sabe e aquilo que se precisa saber", e a vantagem de seu uso é se utilizar "de uma visão geral do conteúdo antes que se possa dissecá-lo em seus elementos constitutivos". Assim, é possível clarear as ideias que por acaso já existam na estrutura cognitiva e que possam servir de sustentação a novos conhecimentos. Na elaboração desse modelo foram usados como OP os mapas conceituais (MC) e o V de Gowin.

A técnica dos mapas conceituais foi desenvolvida pela equipe de Novak & Cañas (2008) na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos da América na década de 1970. Para Moreira (1997), os MC são definidos como "diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos [...] são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais". Em um MC, os conceitos estão alojados dentro de figuras geométricas "e as proposições constam de dois ou mais conceitos unidos por palavras de enlace, formando uma unidade

semântica" (Moreira et al., 1982). Normalmente são utilizadas setas que direcionam as relações conceituais.

Conforme Damasio et al. (2009), "os diagramas V foram inicialmente propostos por Gowin (1981), como instrumento de análise de artigos, livros, entre outros, com a intenção de 'desempacotar' o conhecimento contido neles", e o processo de investigação se desenvolve numa tríade formada por evento-fato-conceito. De acordo com Gowin (1981), um diagrama V "detalha esse procedimento heurístico para análise do processo de evolução do conhecimento a partir de um conjunto de cinco questões" (que são colocadas conforme o Gráfico 1) e se configura como ferramenta de metaconhecimento ou metacognição. Na Figura 2 está um diagrama V assim como concebido por Gowin (1981).

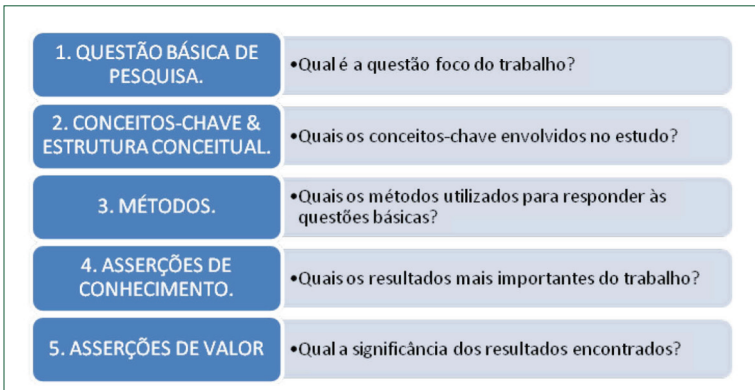



Gráfico 1 – As cinco questões propostas por Gowin (1981) para os diagramas V

É importante destacar a ideia proposta por Gowin (1981) de que o processo de investigação não é linear, nascendo da interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico). O modelo descrito neste trabalho é a proposta de uma metodologia híbrida entre produção de OAs e produção audiovisual voltada para TV digital interativa, descrita no mapa conceitual (Figura 3).

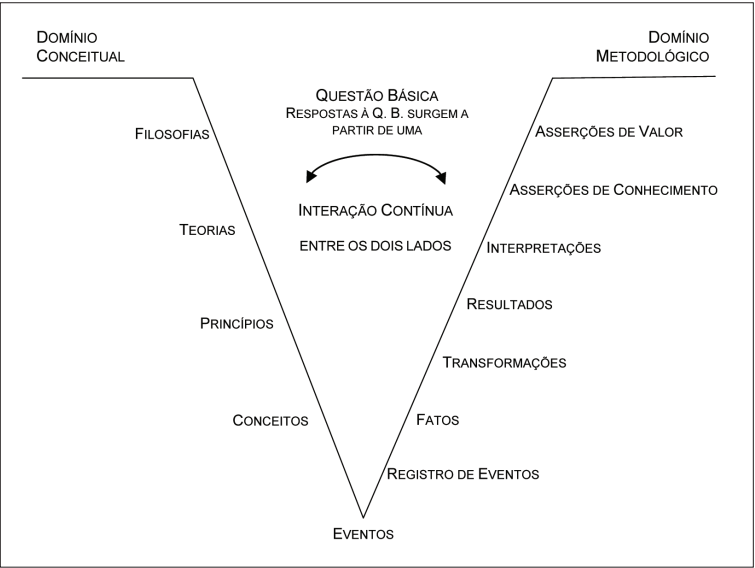



Figura 2 – O diagrama V concebido por Gowin (1981) apud Moreira (2006)

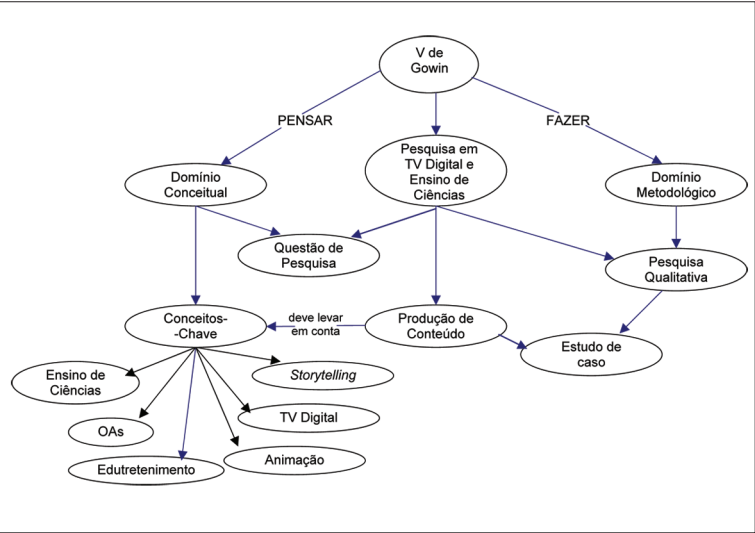



Figura 3 – Mapa conceitual inicial da pesquisa

Produção audiovisual

De acordo com o Dicionário Houaiss[5] em sua versão eletrônica, a palavra *produção* é definida como "ato, processo ou efeito de produzir" e apresenta como sinônimos: "criação, elaboração, fabricação, fabrico, geração, obra, produto, realização". Dessa forma, o termo expressa tanto o ato de produzir como o resultado deste ato. O mesmo léxico, em sua rubrica "cinema, radiofonia, teatro, televisão", apresenta, como definição para o vocábulo, o "conjunto de todas as fases da realização de filme, espetáculo teatral, vídeo, programa radiofônico, etc.; reunião de todos os recursos financeiros, técnicos e materiais necessários para realização de filme, espetáculo teatral, programa de rádio ou de TV, etc.".

> Produção: atividades técnico-operacionais voltadas à obtenção do produto de comunicação – produto radiofônico, televisivo, filmes, discos, cd-roms, livros, revistas, folhetos, insumos para webs, alguns deles ainda em estado bruto ou sem o acabamento que lhes dá a forma definitiva para exibição, veiculação ou consumo. Envolve o registro de sons e/ou de imagens (estáticas ou em movimento) e a produção de insumos para trabalhos de comunicação gráfica ou infográfica, embasados na interpretação de roteiros, instruções de direção ou de projetos específicos, na aplicação de fundamentos biopsicológicos e estéticos da percepção visual e/ou sonora humana, no conhecimento das bases físicas e no uso fluente de aparatos tecnológicos de iluminação, de registro de imagem, de registro de som ou de computação. (Brasil, 2000)

Como já foi descrito, "a produção do audiovisual é um processo complexo que envolve um conjunto de especializações". Para este trabalho, o termo *produção* será entendido como "o conjunto de todas as fases necessárias para a realização de um produto audiovisual", ou seja, a produção audiovisual é o processo de se realizar um

---

5. Disponível em <http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm?verbete=produ%E7%E3o&stype=k>. Acesso em 10/8/2009.

produto audiovisual desde a ideia inicial ou elaboração do roteiro, passando pela gravação, edição e finalmente a distribuição e exibição para um público qualificado, englobando todas as possíveis fases intermediárias. Conforme Whittaker[6] (documento eletrônico), além de identificar claramente os objetivos e metas da produção, "é importante compreender o processo como um todo, para poder reescalonar e adaptar estas etapas para qualquer tipo de produção que se pretenda realizar". O mesmo autor assim define as fases de produção:

> Pré-produção – as ideias básicas e os métodos de produção são desenvolvidos e o processo tem início. É nesta fase, de definições e planejamento, que a produção toma um rumo certo, ou segue desordenadamente, até que a desorganização é tal que nenhuma quantia de tempo, dinheiro ou talento na edição pode salvar o programa.
>
> Produção – todos os elementos se juntam para a apresentação final. Os programas podem ser transmitidos ao vivo, ou gravados em videotape. Com exceção dos noticiários, dos programas de esportes, e da transmissão de eventos especiais, os programas são geralmente gravados e editados para a transmissão ou distribuição posterior. A gravação do programa possibilita a correção de problemas – seja através da regravação de segmentos ou de mudanças durante a edição.
>
> Pós-produção – inclui a desmontagem do cenário e equipamentos de gravação de áudio, vídeo e iluminação, o pagamento do pessoal e a avaliação do impacto do programa. Apesar disso, a maioria das pessoas associa pós-produção à edição.

6. No site "Produção de televisão – um tutorial sobre produção em estúdio e em campo", disponível em <http://www.cybercollege.com/port/tvp_ind.htm>. Acesso em 23/5/2008.

Proposta de adaptação de OA e organização da produção

É importante destacar, no âmbito da transposição didática, que norteia a adaptação neste modelo, que, ao se adaptar uma obra já acabada e com conteúdo definido, pode ocorrer durante a transposição da mídia *web* (OA) para TV interativa "um processo de degradação com a perda do contexto original de produção" (Chevallard, 1991), uma vez que, embora ainda seja um produto voltado para o Ensino de Ciências, o mesmo encontra-se agora em outro ambiente: a TV interativa, que tem atributos distintos da mídia originária do OA, a *web*. Assim, foi elaborado um mapa conceitual (Figura 4) em que as etapas da produção audiovisual encontram suas atividades equivalentes dentro da metodologia de elaboração de OAs. No Quadro 1 estão as etapas relacionadas de forma direta e derivadas do mapa conceitual.

Etapa	Produção AV	Equivalente na produção de OAs
01	Pré-produção	Definição do assunto; criação do MC; criação da estratégia pedagógica; pesquisa e produção do conteúdo; roteiro e *storyboard*
02	Produção	Implementação do OA
03	Pós-produção	Avaliação do protótipo; ajuste finais; manual do professor
04	Exibição	Publicação na *web*

Quadro 1 – Equivalência direta entre as etapas de produção audiovisual e de OAs

Para Lekakos (2001), os desafios em se projetar um aplicativo para TV interativa são fundamentados nas diferenças entre esta e os computadores (Quadro 2), que são baseados em sistemas de informação que trabalham em termos de dispositivos de entrada e saída de informação, o ambiente de fruição, número de usuários e o

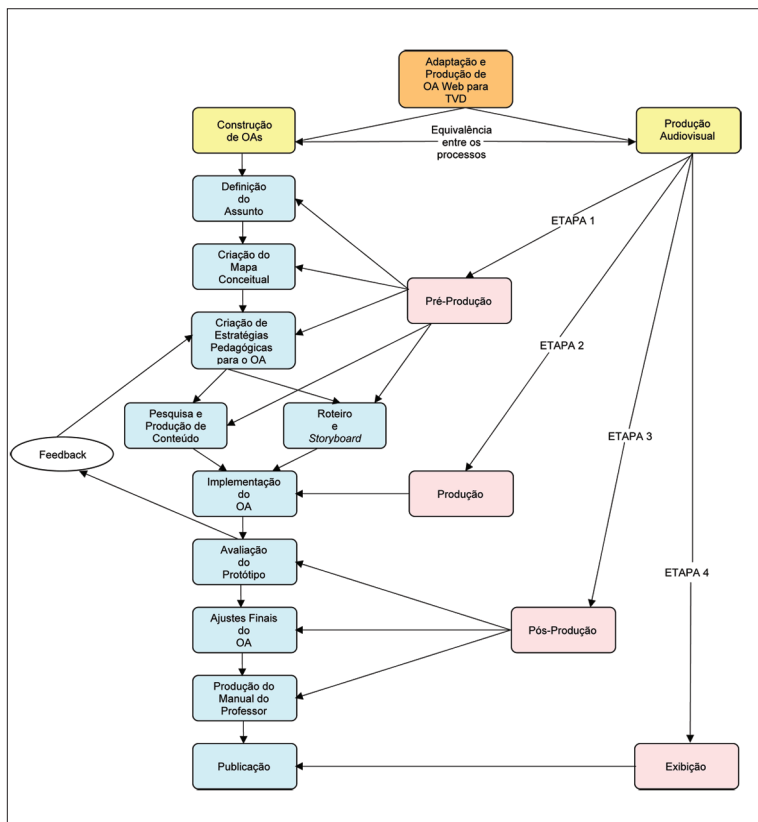



Figura 4 – Mapa conceitual da equivalência entre as etapas de produção audiovisual e de OAs

baixo nível de *expertise* no uso deles. Tomar como relevantes essas características é vital na adaptação do objeto dessa produção.

Lytras et al. (documento eletrônico) também desenvolvem uma comparação entre os meios TV e computador (Quadro 3), mas inserindo agora as características da TV interativa e categorizando entre esses elementos a contribuição na aprendizagem divididas em quatro oportunidades: conteúdo, motivação, flexibilidade e desempenho. Tomar como relevantes essas características é vital na adaptação do objeto dessa produção.

Características	Televisão	Computador
Resolução da tela (quantidade de informação exibida)	Relativamente pobre	Varia entre telas médias e grandes
Dispositivos de entrada	Controle remoto e, no melhor caso, teclado sem fio	Mouse e teclado situados em posição fixa
Distância de visualização	Alguns metros	Alguns centímetros
Postura do usuário	Relaxado, reclinado	Ereto, sentado
Ambiente	Sala de estar, quarto (ambientes que sugerem o relaxamento)	Escritório (ambientes que sugerem trabalho)
Oportunidades de integração com outras coisas no mesmo dispositivo	Vários programas de TV	Atividades pessoais, atividades de trabalho
Número de usuários	Normalmente, muitas pessoas estão na sala enquanto a TV está ligada Uso social e coletivo	Normalmente, o uso é individual (poucas pessoas podem ver a tela)
Envolvimento do usuário	Passivo: A emissora seleciona e envia a informação apresentada O usuário somente a recebe	Ativo: Usuário comanda e o computador obedece

Quadro 2 – Comparação entre as características dos meios TV e computador – Monteiro et al. (documento eletrônico), adaptado de Jacob Nielsen (disponível em useit.com) apud Lekakos (2001)

Canais/Mídias			
Computador pessoal	**TV**	**TV interativa**	**Oportunidades de contribuição na aprendizagem**
• Acesso a páginas *web* • Uso de CD-roms	• Conteúdo multimídia avançado • Jogos educativos	• Interativo • Customizado e personalizado • Imagens em movimento e efeitos visuais podem ser combinados	Conteúdo
• Dificuldade em motivar usuários remotos • Compromisso no custo/benefício	• As pessoas estão mais familiarizadas com TV • Evidente motivação através da interatividade	• Une as tecnologias do PC com a experiência visual da TV	Motivação
• Potencialmente alta, mas as soluções não são dinâmicas • Pode ser incrementada com customização e perfis avançados que no EaD são limitados pela própria customização da plataforma	• TV tradicional não é flexível • Os programas são dirigidos e predeterminados • Programas educativos têm interatividade limitada	• Alta flexibilidade • Audiência mais ativa	Flexibilidade
• Limitado a questionários nos quais não existe evidência da realização dos objetivos educacionais	• Inadequado • Ausência de interatividade limita a avaliação	• Responde os problemas de avaliação de um aplicativo de EaD	Desempenho

Quadro 3 – Características de computador, TV e TV interativa e suas implicações na aprendizagem (Lytras et al., documento eletrônico)

Outro fator relevante a ser considerado na adaptação são as competências cognitivas da cibercultura[7] (Quadro 4), definida por Régis (2009) como os "conhecimentos (saberes), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) necessárias para os usos, criações e recombinações de linguagens, interfaces e códigos promovidos pelas tecnologias digitais nas práticas de comunicação e de entretenimento contemporâneas". De acordo com a mesma autora, essas competências são estimuladas e requeridas nas atividades comunicacionais durante o entretenimento nos tempos atuais, ideia corroborada por Johnson (2006), para quem a cultura popular está cada vez mais exigente em relação às formas de entretenimento e a produção midiática contribui "potencializando nossas faculdades cognitivas" e nos atribuindo "um conjunto de ferramentas intelectuais", além de maximizar "nossa habilidade de sondar e fazer investigação".

O modelo aqui apresentado inclui a adaptação de OAs que podem ser utilizados dentro da perspectiva do reuso e levando em consideração as proposições de Lekakos (2001), Lytras (documento eletrônico) e Régis (2009). Na Figura 5 está um mapa conceitual que sintetiza o processo metodológico do modelo proposto tanto no âmbito da produção quanto das análises dos possíveis resultados.

Em relação à avaliação, o presente trabalho propõe a utilização de uma metodologia que incorpora a avaliação qualitativa (*Qualitative Evaluation*, Patton, 2003), a avaliação focada na utilização (*Utilization-focused Evaluation*, Patton, 1997, 2002) e a avaliação por uso do processo (*Process Use*, Patton, 1998). A primeira tem o propósito de guiar o pesquisador na escolha de quais métodos qualitativos são apropriados para a investigação avaliativa. Para Patton

7. Conforme Eugênio Trivinho, "o termo, tomado em larga acepção, concentra potencial semântico epocal: nomeia e caracteriza a era tecnológica atual, articulada por redes digitais". Notas sobre o estudo de cibercultura no Brasil: expansão e pendor. *Revista Galaxia*, v.8, n.16 (2008). Disponível em <http://revistas.pucsp.br/index.php/galaxia/article/view/1919/1184>. Acesso em 9/8/2009.

Competência	Descrição
Cibertextuais	Compreende o conjunto de características das TIC que, ao possibilitar a hibridação de meios, linguagens e textualidades, afeta a produção de textos, sua leitura e participação do leitor.
Sensoriais	Examina como, ao reunir vários meios simultaneamente e combinar linguagens e textualidades distintas, os novos *gadgets** oferecem tecnologias que despertam diversos sentidos e desafiam as capacidades sensoriais, perceptivas, táteis, imersivas e de atenção.
Lógicas	Refere-se ao estímulo às habilidades mentais tradicionalmente ligadas à lógica e resolução de problemas.
Criativas	Dedica-se às habilidades que estimulam a criação e participação nas atividades colaborativas.
Sociais	Refere-se ao modo como as tecnologias digitais, ao favorecerem a produção de conteúdo, incentivam o indivíduo a esquadrinhar as diversas mídias em busca da informação desejada e a engendrar um processo de colaboração entre indivíduos que se reúnem em comunidades virtuais, listas de discussão, *blogs* para buscar, produzir e partilhar informações adicionais sobre seus produtos culturais favoritos.

Quadro 4 – Competências cognitivas da cibercultura (Régis, 2009)

* *Gadget* (do inglês: geringonça, dispositivo) é uma gíria tecnológica recente que se refere, genericamente, a um equipamento que tem um propósito e uma função específica, prática e útil no cotidiano [...] Na Internet ou mesmo dentro de algum sistema computacional chama-se também de gadget algum pequeno *software*, pequeno módulo, ferramenta ou serviço que pode ser agregado a um ambiente maior. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Gadgets>. Acesso em 10/8/2009.

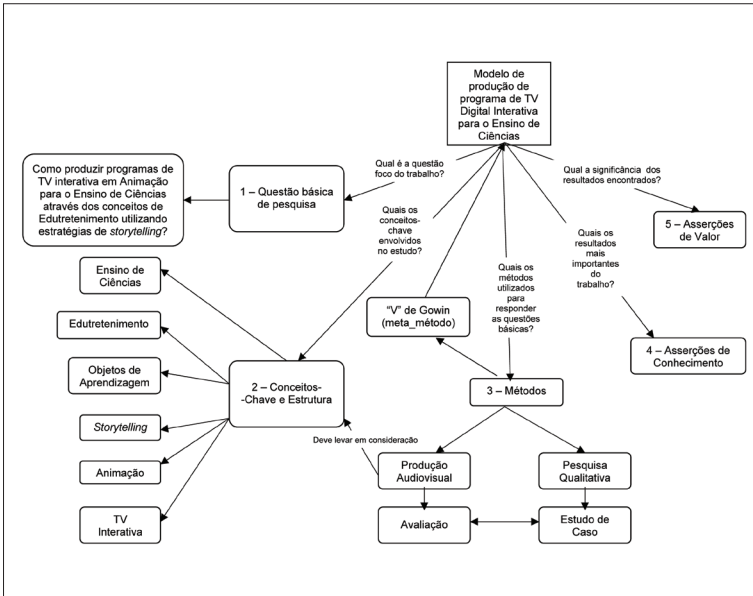



Figura 5 – Mapa conceitual que sintetiza o processo metodológico do modelo proposto

(2005), o grande desafio da sociedade da informação não é a capacidade de produzir, armazenar ou transmitir informações, mas sim reconhecer o que é importante saber e, de fato, como utilizar essa informação. A partir dessa ideia é desenvolvida a segunda abordagem utilizada, a avaliação focada na utilização (*Utilization--focused Evaluation*), definida como aquela que "busca envolver os usuários potenciais no processo avaliativo, através da participação em todas as etapas da avaliação, inclusive na tomada de decisões sobre a mesma" (Patton, 1998 apud Cruz, 2006). Na avaliação do estudo de caso é preciso levar em conta que as partes envolvidas no processo (*stakeholders*) devem ser encorajadas a discutir aqueles problemas que foram importantes para elas, atraindo-as, assim, para um processo de aprendizagem decorrente da lida investigativa. Essas ideias levam, enfim, à terceira abordagem, a avaliação por uso do processo (*Process Use* , Patton, 1998), que pode ser defi-

nida como o aprendizado que ocorre durante o processo de avaliação, ou seja, as mudanças individuais ocorridas na forma de pensar e se comportar e que é resultado da aprendizagem durante o processo de avaliação. Para Patton (2002, p.xxii), a utilização de abordagem multimetodológica é fruto do clássico debate entre os métodos qualitativo e quantitativo e tem sido resolvida com o reconhecimento de que uma variedade de abordagens metodológicas são necessárias e críveis. Os métodos mistos podem ser especialmente valiosos e o grande desafio é promover o casamento entre o binômio questão-método em vez de aderir a alguma ortodoxia metodológica.

Considerações finais

Dentro das discussões da IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação,[8] a educação científica e tecnológica representa hoje uma questão fulcral "não só à compreensão do mundo físico e social, mas também às necessidades de constante reflexão crítica e ação propositiva de grupos de indivíduos". Tal educação é justificada pelo aumento da necessidade tanto da compreensão das questões científicas que permeiam nosso cotidiano quanto da necessidade de tomada de decisões em tais situações, que fazem parte das manifestações culturais da contemporaneidade. Portanto, compreender o Ensino de Ciências como "empreendimentos socioculturais demanda não somente explicitar seu caráter histórico quanto reconhecer dimensões educativas específicas que marcam sua presença na sociedade brasileira". Entre o conjunto de propostas

8. De acordo com o documento apresentado como subsídio às discussões da IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Brasília, de 26 a 28 de maio de 2010) e assinado por Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec); GT Educação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); Secretaria para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física (SBF); Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio).

apresentadas no supracitado evento estão aqueles que envolvem as TICs, tais como:

- Apoio a ações que visem à contínua apreensão dos meios de tecnologias de informação e comunicação por docentes da escola básica, para uso profissional consciente, crítico, criativo e proativo do acervo disponível em repositórios virtuais.
- Ampliação do acesso gratuito da população docente e estudantil da educação básica às tecnologias de comunicação e informação, com prioridade à Internet com banda larga.
- Apoio ao desenvolvimento de materiais educativos, em diferentes suportes e formatos.

Para Angotti (documento eletrônico), "o ensino de ciências vem sendo atropelado pelas inovações" e, sem demonstrar rejeição pelos conhecimentos elaborados ao longo do tempo, os conteúdos e métodos produzidos pela contemporaneidade e que a representam "precisam ser também construídos e disponibilizados para os diversos níveis de escolaridade". O mesmo autor destaca no cenário contemporâneo do Ensino de Ciências uma nova relação espaço-temporal proporcionada pelas novas tecnologias, cenários "agora socialmente reformatados e compactados pelo uso das redes", que demandam pesquisas na área da utilização do audiovisual interativo como ferramenta pedagógica, notadamente a TV digital e interativa.

A aproximação/fusão da TV às tecnologias computacionais cria uma nova mídia que ainda não conseguimos nomear. Entre as possibilidades comunicacionais e educacionais desse novo meio encontra-se o *T-learning* – a convergência de duas tecnologias: televisão e as Ciências da Computação (mais especificamente a Internet) –, que tem como objetivos educar e entreter (edutretenimento). Nesse ambiente, não é uma tarefa simples mostrar aos jovens o "sentido que pode haver no estudo de ciências" (Fourez, 2003), mas, ao aproximarmos o Ensino de Ciências do universo do entretenimento, das narrativas, tão presentes nos bens simbólicos consumidos pelos jo-

vens como videogames e animações de estética oriental veiculadas na TV e na Internet, estamos facilitando a compreensão ou pelo menos o acesso desses jovens ao mundo da ciência. Este trabalho apresenta, enfim, para consideração e discussão, um modelo de produção de conteúdos audiovisuais que compartilhem os conceitos e referenciais aqui propostos como alternativa viável para a produção de programas educativos, especificamente para o Ensino de Ciências, via TV digital.

Referências bibliográficas

AMÉRICO, M. *TV digital*: propostas para desenvolvimento de conteúdos em animação para o Ensino de Ciências. 2010. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência FC – UNESP. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=174670>. Acesso em 24/4/2010.

ANGOTTI, J. A. P. *Ensino de Ciências e complexidade*. Centro de Ciências da Educação/UFSC, Departamento de Metodologia de Ensino e Programa de Pós-Graduação. Disponível em <http://www.ced.ufsc.br/men5185/artigos/angotti_ensino_de_ciencias.htm>. Acesso em 12/7/2009.

ARVID. *A guide for digital TV service producers* – digital television cluster programme. Helsinque, 2004. Disponível em <http://www.arvid.tv>. Acesso em 5/10/2004 >.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J., HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BOCCA, E. et al. Modelagem e implementação da interface para apresentação de comportamentos animados e emotivos de um agente pedagógico animado. *Novas Tecnologias na Educação*, v.1, n.2, set. 2003. Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/set2003/artigos/modelagemeimplementacao.pdf>. Acesso em 13/8/2009.

BRASIL, Governo do. Ministério da Educação do Brasil. Educação Profissional – Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico – Área Profissional: Comunicação.

Brasília, 2000. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/comunica.pdf>. Acesso em 2/5/2008.

CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique*: du savoir savant au savoir enseigné. Paris: Ed. La Penseé Sauvage, 1991.

CRUZ, M. M. da. *Avaliação de programas de prevenção de DST/AIDs para jovens*: estudo de caso numa organização governamental e numa organização não-governamental do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Tese (doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz. Disponível em <http://bvssp.icict.fiocruz.br/lildbi/docsonline/3/2/1023--cruzmmd.pdf>. Acesso em 20/11/2009.

DAMASIO, F., PACHECO, S. M. V., MARTINS, J. Desenvolvimento de uma plataforma virtual para construção e avaliação de diagramas V. *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia* – 2009. Disponível em <http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/11%20TICnoensinoaprendizagemdecienciaetecnologia/TICnoensinoaprendizagemdecienciaetecnologia_artigo10.pdf>. Acesso em 13/7/2009.

FERRACIOLI, L. O "V" epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. *Revista Didática Sistêmica*, v.1, out.-dez. 2005.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências,* v.8(2), p.109-23, 2003. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf>. Acesso em 15/2/2010.

FRAGA, L. M. et al. Guilly – Um agente pedagógico animado para o AVEI. SBIE 2001 – *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* – Educação a Distância Mediada por Computador, 21 a 23 de novembro de 2001. Disponível em <http://www.inf.ufes.br/~sbie2001/figuras/artigos/a035/a035.htm>. Acesso em 3/5/2008.

GOWIN, D. B. The structure of knowledge. *Educational Theory*. Urbana,1970.

_____. *Educating*. Ithaca: Cornel University Press, 1981.

HSU, J. The secrets of storytelling: why we love a good yarn. Our love for telling tales reveals the workings of the mind. *Scientific American Mind*, ago.-set. 2008. *Scientific American* (versão *on-*

-line). Disponível em <http://www.sciam.com/article.cfm?id= the-secrets-of- storytelling>. Acesso em 13/1/2009.

JOHNSON, S. *Everything bad is good for you:* how today's popular culture is actually making us smarter. Nova York: Penguin Books, 2006.

LEKAKOS, G. *Information systems in the living room:* a case study of personalized interactive TV design1. Proceedings of the 9th European Conference on Information Systems, Bled, Eslovênia, jun. 2001. Disponível em <http://www.dmst.aueb.gr/dds/pubs/conf/ 2001-ECIS-iTV/html/itv.pdf>. Acesso em 8/8/2009.

LYTRAS, M. et al. *Interactive television and e-learning convergence:* examining the potential of t-learning. Athens University of Economics and Business, Grécia, Department of Management Science & Technology, ELTRUN, the eBusiness Center. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi= 10.1.1.3.5501>. Acesso em 11/8/2009.

MACGREAL, R. Learning objects: a practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning (IJITDL)*, v.9, n.1, 2004. Disponível em <http://auspace.athabascau.ca:8080/ dspace/handle/2149/227>. Acesso em 13/8/2008.

MORAES, R. M. de. *A aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais.* Campo Grande, MS, 2005. Dissertação (mestrado) – Universidade Católica Dom Bosco. Disponível em <http:// www3.ucdb.br/mestrados/arquivos/dissert/223.pdf>. Acesso em 23/5/2008.

_____. *A teoria da aprendizagem significativa*. Disponível em <http:// www.construirnoticias.com.br/asp/materia.asp?id=1182>. Acesso em 13/7/2009.

MOREIRA, M. A., SOUSA, C. M. S. G., SILVEIRA, F. L. da. Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. *Cadernos de Pesquisa (São Paulo)*, n.40, p.41-53, fev. 1982.

_____. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em *O Ensino*, *Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia*

e Sócio-Linguística, (Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal), n.23 a 28, p.87-95, 1988. Publicado também em *Cadernos de Aplicação*, 11(2), p.143-56, 1998. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na *Revista Chilena de Educação Científica*, 4(2), p.38-44. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em 13/7/2009.

MOREIRA, M. A., SOUSA, C. M. S. G., SILVEIRA, F. L. da. *Mapas conceituais e diagramas V*. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf>. Acesso em 13/7/2009.

NOVAK, J. D., CAÑAS. *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Florida Institute for Human and Machine Cognition Pensacola Fl, 32502. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 2008-01. Disponível em <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>. Acesso em 27/7/2007.

PATTON, M. Q. *Utilization focused evaluation:* the news century text. 3.ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 1997.

_____. *Qualitative research and evaluation methods*. 3.ed. Londres: Sage, 2002.

_____. *Qualitative evaluation checklist*. The Evaluation Center – Western Michigan University, 2003. Disponível em <http://www.wmich.edu/evalctr/checklists/qec.pdf>. Acesso em 12/12/2010.

_____. *Utilization-focused evaluation (U-FE) Checklist*. The Evaluation Center – Western Michigan University, 2002. Disponível em <http://www.wmich.edu/evalctr/checklists/ufe.pdf>. Acesso em 12/12/2010.

_____. The challenges of making evaluation useful. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação (Rio de Janeiro)*, v.13, n.46, p.67--78, jan.-mar. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v13n46/v13n46a04.pdf> Acesso em 13/12/2009.

_____. Process use as a usefulism. *New Directions for Evaluation*, v.16, n.116, p.99-112. Wiley Periodicals, Inc. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1002/ev.246>. Acesso em 7/1/2010.

PATTON, M. Q. Discovering Process Use. *Evaluation*, v.4(2), p.225--33, 1998.

PELLOWSKI, A. *The world of storytelling*. Nova York: R. R. Bowker, 1977.

RÉGIS, F. Tecnologias de comunicação, entretenimento e competências cognitivas na cibercultura. *Revista Famecos: mídia, cultura e tecnologia*, v.37, n.3, 2009. Disponível em <http://revcom.portcom.intercom.org.br/index.php/famecos/article/view/5552/5036>. Acesso em 2/2/2009.

TINGÖY, Ö. Using storytelling in education. *4^{th} International Symposium of Interactive Media Design Proceedings.* Yeditepe University, 28-30 de abril de 2006. Istambul, Turquia, Disponível em <http://newmedia.yeditepe.edu.tr/pdfs/isimd_06/24.pdf>. Acesso em 19/1/2009.

WALLDÉN, S., SORONEN, A. *Edutainment*: from television and computers to digital television. University of Tampere Hypermedia Laboratory, 2004. Disponível em <http://www.uta.fi/hyper/julkaisut/b/fitv03b.pdf>. Acesso em 28/1/2009.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. 2000. In: ______. (Ed.). *The instructional use of learning objects*. Versão *on-line*. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em 12/6/2009.

WHITTAKER, R. *Produção de televisão* – um tutorial sobre produção em estúdio e em campo. Disponível em <http://www.cybercollege.com/port/tvp_ind.htm>. Acesso em 23/5/2008.

SOBRE O LIVRO

Formato: 14 x 21 cm
Mancha: 23, 7 x 42,10 paicas
Tipologia: Horley Old Style 10,5/14
2010

EQUIPE DE REALIZAÇÃO

Coordenação Geral
Tulio Kawata